

PCT/JP 2004/007773

28. 5. 2004 ~~3~~

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

Rec'd PCT/PTO

18 MAY 2005

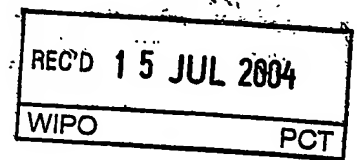
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 5月28日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-151539
[ST. 10/C]: [JP 2003-151539]

出 願 人
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

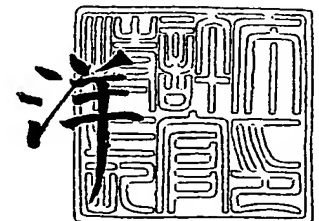


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3056814

【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH155246
【提出日】 平成15年 5月28日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04J 14/02
【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 可児 淳一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 手島 光啓

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 山口 右恭

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 大西 秀隆

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072718

【弁理士】

【氏名又は名称】 古谷 史旺

【電話番号】 3343-2901

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701422

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光波長多重アクセスシステム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 センタ装置（OSU）と複数 n 個の光ネットワークユニット（ONU）が波長多重分離装置を介して配置され、OSUと波長多重分離装置との多重区間が現用系光ファイバおよび予備系光ファイバを介して接続され、波長多重分離装置と各ONUとのアクセス区間がそれぞれ光ファイバを介して接続され、前記OSUから前記各ONUへの下り光信号および前記各ONUから前記OSUへの上り光信号を、各ONUごとに割り当てた波長により前記多重区間を波長多重伝送し、前記波長多重分離装置で波長多重または波長多重分離して双方向伝送する光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記OSUは、前記各ONUへの下り光信号を前記現用系光ファイバを介して伝送するときは前記各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を波長多重し、前記予備系光ファイバを介して伝送するときは前記各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda$ の下り光信号を波長多重し、前記現用系光ファイバまたは前記予備系光ファイバのいずれかを選択して送信する手段を有し、かつ前記現用系光ファイバを介して伝送された波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号または前記予備系光ファイバを介して伝送された波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda$ の上り光信号を受信する構成であり、

前記各ONUは、前記アクセス区間の光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の中の対応する下り光信号または波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda$ の中の対応する下り光信号を受信し、かつ多重区間の前記現用系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の中の対応する上り光信号、または前記予備系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda$ の中の対応する上り光信号をそれぞれ前記アクセス区間の光ファイバへ送信する構成であり、

前記波長多重分離装置は、前記現用系光ファイバと前記予備系光ファイバに接続される2ポートと、前記各ONUに対応する光ファイバに接続される n ポートを有するアレイ導波路回折格子（AWG）を備え、前記現用系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号または前記予備系光ファイバから入力する波

長 $\lambda_{d1} + \Delta \lambda \sim \lambda_{dn} + \Delta \lambda$ の下り光信号を前記各 ONU に対応するポートに分波し、各 ONU に対応する光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号または波長 $\lambda_{u1} + \Delta \lambda \sim \lambda_{un} + \Delta \lambda$ の上り光信号を前記現用系光ファイバに対応するポートまたは前記予備系光ファイバに対応するポートに合波する構成であり、
前記各 ONU に対応する下り光信号と上り光信号の波長差が前記 AWG のフリースペクトルレンジ (FSR) の整数倍とする

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 2】 センタ装置 (OSU) と複数 n 個の光ネットワークユニット (ONU) が波長多重分離装置を介して配置され、OSU と波長多重分離装置との多重区間が下り現用系光ファイバ、上り現用系光ファイバ、下り予備光ファイバおよび上り予備系光ファイバを介して接続され、波長多重分離装置と各 ONU とのアクセス区間がそれぞれ下り光ファイバおよび上り光ファイバを介して接続され、前記 OSU から前記各 ONU への下り光信号および前記各 ONU から前記 OSU への上り光信号を、各 ONU ごとに割り当てた波長により前記多重区間を波長多重伝送し、前記波長多重分離装置で波長多重または波長多重分離して双方向伝送する光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記 OSU は、前記各 ONU への下り光信号を前記下り現用系光ファイバを介して伝送するときは前記各 ONU に対応する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を波長多重し、前記下り予備系光ファイバを介して伝送するときは前記各 ONU に対応する波長 $\lambda_{d1} + \Delta \lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta \lambda_d$ の下り光信号を波長多重し、前記下り現用系光ファイバまたは前記下り予備系光ファイバのいずれかを選択して送信する手段を有し、かつ前記上り現用系光ファイバを介して伝送された波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号または前記上り予備系光ファイバを介して伝送された波長 $\lambda_{u1} + \Delta \lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta \lambda_u$ の上り光信号を受信する構成であり、

前記各 ONU は、前記アクセス区間の下り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の中の対応する下り光信号または波長 $\lambda_{d1} + \Delta \lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta \lambda_d$ の中の対応する下り光信号を受信し、かつ多重区間の前記上り現用系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の中の対応する上り光信号、または前記上り予備系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} + \Delta \lambda$

$u \sim \lambda_{un} + \Delta \lambda_u$ の中の対応する上り光信号をそれぞれ上り光ファイバへ送信する構成であり、

前記波長多重分離装置は、前記下り現用系光ファイバと前記下り予備系光ファイバに接続される 2 ポートと、前記各 ONU に対応する下り光ファイバに接続される n ポートを有する下りアレイ導波路回折格子（下り AWG）と、前記上り現用系光ファイバと前記上り予備系光ファイバに接続される 2 ポートと、前記各 ONU に対応する上り光ファイバに接続される n ポートを有する上りアレイ導波路回折格子（上り AWG）とを備え、前記下り AWG に前記下り現用系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号または前記下り予備系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} + \Delta \lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta \lambda_d$ の下り光信号を前記各 ONU に対応するポートに分波し、前記上り AWG に前記各 ONU に対応する上り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号または波長 $\lambda_{u1} + \Delta \lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta \lambda_u$ の上り光信号を前記上り現用系光ファイバまたは前記上り予備系光ファイバに対応するポートに合波する構成である

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記現用系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する下り光信号の波長を λ_{d1} , λ_{d2} , ..., λ_{dn} で波長間隔一定としたときに、前記予備系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する下り光信号の波長を λ_{d1+k} , λ_{d2+k} , ..., λ_{dn+k} とし（ k は 1 以上 n 未満の整数）、

前記現用系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する上り光信号の波長を λ_{u1} , λ_{u2} , ..., λ_{un} で波長間隔一定としたときに、前記予備系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する上り光信号の波長を λ_{u1+k} , λ_{u2+k} , ..., λ_{un+k} とする（ k は 1 以上の整数）

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、

$\lambda_{dn+i} = \lambda_{di} + FSR$ としたときに λ_{dn+i} に代えて λ_{di} とし、 $\lambda_{un+i} = \lambda_{ui} + FSR$ としたときに λ_{un+i} に代えて λ_{ui} とする（ i は 1 ～ k の整数）

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項5】 請求項2に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、前記各ONUに対応する現用系の下り光信号の波長と上り光信号の波長が互いに等しく、予備系の下り光信号の波長と上り光信号の波長が互いに等しいことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項6】 請求項2に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、前記下りAWGに代えて、下り現用系光ファイバに対応する下り現用系分波器および下り予備系光ファイバに対応する下り予備系分波器と、下り現用系分波器で分波された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と下り予備系分波器で分波された波長 $\lambda_{d1'} \sim \lambda_{dn'}$ の下り光信号をポート対応にそれぞれ合波し、前記各ONUに対応する下り光ファイバに入力する n 個の波長群結合フィルタとを備え、

前記上りAWGに代えて、上り現用系光ファイバに対応する上り現用系合波器および上り予備系光ファイバに対応する上り予備系合波器と、前記各ONUに対応する上り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号と波長 $\lambda_{u1'} \sim \lambda_{un'}$ の上り光信号をそれぞれ分波し、前記上り現用系合波器または前記上り予備系合波器の対応するポートに入力する n 個の波長群分離フィルタとを備え、

下り光信号の現用系の波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ と予備系の波長 $\lambda_{d1'} \sim \lambda_{dn'}$ が異なる帯域であり、上り光信号の現用系の波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ と予備系の波長 $\lambda_{u1'} \sim \lambda_{un'}$ が異なる帯域である

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項7】 請求項6に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、前記各ONUに対応する現用系の下り光信号の波長と予備系の上り光信号の波長が互いに等しく、または現用系の上り光信号の波長と予備系の下り光信号の波長が互いに等しい

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項8】 請求項2に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、前記各ONUを2つの群#1～# k 、# $k+1$ ～# n に分け、下り光信号を2つの波長群 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ 、 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ に分けたときに、ONU #1～# k に現用系として波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ を割り当て、予備系として波長 λ_{dk+1}

～ λ_{dn} を割り当て、ONU# $k+1$ ～# n に現用系として波長 λ_{dk+1} ～ λ_{dn} を割り当て、予備系として波長 λ_{d1} ～ λ_{dk} を割り当て、

上り光信号を2つの波長群 λ_{u1} ～ λ_{uk} 、 λ_{uk+1} ～ λ_{un} に分けたときに、ONU# 1 ～# k に現用系として波長 λ_{u1} ～ λ_{uk} を割り当て、予備系として波長 λ_{uk+1} ～ λ_{un} を割り当て、ONU# $k+1$ ～# n に現用系として波長 λ_{uk+1} ～ λ_{un} を割り当て、予備系として波長 λ_{u1} ～ λ_{uk} を割り当て、

前記下りAWGに代えて、下り現用系光ファイバに対応する下り現用系分波器および下り予備系光ファイバに対応する下り予備系分波器と、下り現用系分波器で分波された波長 λ_{d1} ～ λ_{dk} 、 λ_{dk+1} ～ λ_{dn} の下り光信号と下り予備系分波器で分波された波長 λ_{dk+1} ～ λ_{dn} 、 λ_{d1} ～ λ_{dk} の下り光信号をポート対応にそれぞれ合波し、前記各ONUに対応する下り光ファイバに入力する n 個の波長群結合フィルタとを備え、

前記上りAWGに代えて、上り現用系光ファイバに対応する上り現用系合波器および上り予備系光ファイバに対応する上り予備系合波器と、前記各ONUに対応する上り光ファイバから入力する波長 λ_{u1} ～ λ_{uk} 、 λ_{uk+1} ～ λ_{un} の上り光信号と波長 λ_{uk+1} ～ λ_{un} 、 λ_{u1} ～ λ_{uk} の上り光信号をそれぞれ分波し、前記上り現用系合波器または前記上り予備系合波器の対応するポートに入力する n 個の波長群分離フィルタとを備えた

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項9】 請求項2に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記OSUは、前記各ONUで上り光信号を生成するための波長 λ_{u1} ～ λ_{un} の上り信号用光キャリアを発生し、前記下り現用系光ファイバに波長多重して送信する手段と、前記各ONUで上り光信号を生成するための波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の上り信号用光キャリアを発生し、前記下り予備系光ファイバに波長多重して送信する手段とを備え、

前記各ONUは、下り光信号に波長多重して入力される上り信号用光キャリアの中の対応する上り信号用光キャリアを変調し、波長 λ_{u1} ～ λ_{un} または波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の上り光信号として送信する手段を備え、

前記各ONUに対応する下り光信号と上り光信号の波長差が前記下りAWGの

フリースペクトルレンジ (FSR) の整数倍とし、前記波長多重分離装置の下り AWG は、各 ONU に対応する下り光信号と上り信号用光キャリアを同時に分波する構成である

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 10】 請求項 2 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、前記 OSU は、前記各 ONU で上り光信号を生成するための波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを発生し、前記下り現用系光ファイバに波長多重して送信する手段と、前記各 ONU で上り光信号を生成するための波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の上り信号用光キャリアを発生し、前記下り予備系光ファイバに波長多重して送信する手段とを備え、

前記波長多重分離装置は、前記下り AWG および前記上り AWG に加えて、前記下り現用系光ファイバから入力される波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアに分離し、前記下り予備系光ファイバから入力される波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda_d$ の下り光信号と波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の上り信号用光キャリアに分離する 2 個の波長群分離フィルタと、前記波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを前記各 ONU に対応するポートに分波する上り信号用光キャリア AWG と、前記下り AWG で分波された各下り光信号と前記上り信号用光キャリア AWG で分波された各上り信号用光キャリアとをそれぞれ合波して各 ONU に対応する下り光ファイバに送出する n 個の波長群結合フィルタとを備え、

前記各 ONU は、下り光信号に波長多重して入力される上り信号用光キャリアの中の対応する上り信号用光キャリアを変調し、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ または波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の上り光信号として送信する構成である

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 11】 請求項 9 または請求項 10 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記現用系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する下り光信号の波長を λ_{d1} , λ_{d2} , ..., λ_{dn} で波長間隔一定としたときに、前記予備系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する下り光信号の波長を λ_{d1+k} , λ_{d2+k} , ..., λ_{dn+k} とし (k

は 1 以上 n 未満の整数)、

前記現用系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する上り光信号の波長を λ_{u1} , λ_{u2} , ..., λ_{un} で波長間隔一定としたときに、前記予備系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する上り光信号の波長を λ_{u1+k} , λ_{u2+k} , ..., λ_{un+k} とする (k は 1 以上の整数)

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 12】 請求項 11 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて

$\lambda_{dn+i} = \lambda_{di} + FSR$ としたときに λ_{dn+i} に代えて λ_{di} とし、 $\lambda_{un+i} = \lambda_{ui} + FSR$ としたときに λ_{un+i} に代えて λ_{ui} とする (i は 1 ~ k の整数)

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 13】 請求項 11 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて

波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを発生する手段および波長 $\lambda_{u1+k} \sim \lambda_{un+k}$ の上り信号用光キャリアを発生する手段は、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un+k}$ の上り信号用光キャリアを発生する 1 つの手段で構成され、前記下り現用系光ファイバおよび前記下り予備系光ファイバには波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un+k}$ の上り信号用光キャリアが送信される

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 14】 請求項 10 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて

前記上り信号用光キャリア AWG に代えて、下り現用系光ファイバに対応する現用系上り信号用光キャリア AWG および下り予備系光ファイバに対応する予備系上り信号用光キャリア AWG と、現用系上り信号用光キャリア AWG で分波された波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{du}$ の上り信号用光キャリアと予備系上り信号用光キャリア AWG で分波された波長 $\lambda_{u1'} \sim \lambda_{un'}$ の上り信号用光キャリアをポート対応にそれぞれ合波する n 個の波長群結合フィルタとを備え、

前記下り AWG に代えて、下り現用系光ファイバに対応する下り現用系 AWG および下り予備系光ファイバに対応する下り予備系 AWG と、下り現用系 AWG

で分波された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と下り予備系 AWG で分波された波長 $\lambda_{d1'} \sim \lambda_{dn'}$ の下り光信号をポート対応にそれぞれ合波する n 個の波長群結合フィルタとを備え、

前記上り AWG に代えて、上り現用系光ファイバに対応する上り現用系 AWG および上り予備系光ファイバに対応する上り予備系 AWG と、前記各 ONU に対応する上り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号と波長 $\lambda_{u1'} \sim \lambda_{un'}$ の上り光信号をそれぞれ分波し、前記上り現用系 AWG または前記上り予備系 AWG の対応するポートに入力する n 個の波長群分離フィルタとを備えたことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 15】 請求項 10 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記各 ONU を 2 つの群 #1 ~ #k、#k+1 ~ #n に分け、

下り光信号を 2 つの波長群 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ 、 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ に分けたときに、ONU #1 ~ #k に現用系として波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ を割り当て、ONU #k+1 ~ #n に現用系として波長 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ を割り当て、

上り光信号を 2 つの波長群 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ 、 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ に分けたときに、ONU #1 ~ #k に現用系として波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ を割り当て、ONU #k+1 ~ #n に現用系として波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ を割り当て、

前記上り信号用光キャリア AWG に代えて、下り現用系光ファイバに対応する現用系上り信号用光キャリア分波器および下り予備系光ファイバに対応する予備系上り信号用光キャリア分波器と、現用系上り信号用光キャリア分波器で分波された波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ 、 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアと予備系上り信号用光キャリア分波器で分波された波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ 、 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ の上り信号用光キャリアをポート対応にそれぞれ合波する n 個の波長群結合フィルタとを備え、

前記下り AWG に代えて、下り現用系光ファイバに対応する下り現用系分波器および下り予備系光ファイバに対応する下り予備系分波器と、下り現用系分波器で分波された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ 、 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と下り予備系分波器で

分波された波長 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ 、 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ の下り光信号をポート対応にそれぞれ合波する n 個の波長群結合フィルタとを備え、

前記上り AWG に代えて、上り現用系光ファイバに対応する上り現用系合波器および上り予備系光ファイバに対応する上り予備系合波器と、前記各 ONU に対応する上り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ 、 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号と波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ 、 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ の上り光信号をそれぞれ分波し、前記上り現用系合波器または前記上り予備系合波器の対応するポートに入力する n 個の波長群分離フィルタとを備えた

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 16】 請求項 1 ～ 請求項 15 のいずれかに記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、

任意の ONU に、現用下り光信号、予備下り光信号、現用上り光信号および予備上り光信号としてそれぞれ 2 波長以上を割り当て、前記アクセス区間の光ファイバを二重化する構成である

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、センタ装置 (OSU) と複数の光ネットワークユニット (ONU) との間で光信号を双方向伝送する光波長多重アクセスシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】

図 14 は、従来の光波長多重アクセスシステムの構成例を示す (非特許文献 1)。図において、光波長多重アクセスシステムは、センタ装置 (OSU) 50、波長多重分離装置 60、および複数の光ネットワークユニット (ONU) 70-1 ～ 70-n から構成される。OSU 50 と波長多重分離装置 60 との多重区間は、OSU から各 ONU への下り光信号を伝送する下り光ファイバ 1d、各 ONU から OSU への上り光信号を伝送する上り光ファイバ 1u を介して接続され、各 ONU 70-1 ～ 70-n と波長多重分離装置 60 とのアクセス区間は、各 O

ONUへの下り光信号を伝送する下り光ファイバ $2d-1 \sim 2d-n$ 、各ONUからの上り光信号を伝送する上り光ファイバ $2u-1 \sim 2u-n$ を介して接続される。

【0003】

ここでは、OSUからONUへの下り光信号用として1つの波長帯 λd を割り当て、ONUからOSUへの上り光信号用として1つの波長帯 λu ($\neq \lambda d$)を割り当て、さらに波長帯 λd の波長 $\lambda d1 \sim \lambda dn$ および波長帯 λu の波長 $\lambda u1 \sim \lambda un$ をそれぞれ各ONUに割り当てる例を示す。また、各波長の光信号を合分波する波長多重分離手段としてアレイ導波路回折格子 (AWG) を用いる例を示す。

【0004】

OSU50の光送受信器51-1 \sim 51-nは、各ONUに送信する波長帯 λd の波長 $\lambda d1 \sim \lambda dn$ の下り光信号を送信し、下りAWG52で波長多重される。上り信号用光キャリア発生部 (OC SM) 53は、各ONUに送信する波長帯 λu の波長 $\lambda u1 \sim \lambda un$ の上り信号用光キャリアを一括発生する。この下り光信号と上り信号用光キャリアは、WDMカップラ54で波長多重され、下り光ファイバ1dを介して波長多重分離装置60へ伝送される。

【0005】

波長多重分離装置60のWDMカップラ61は、波長帯 λd の下り光信号と波長帯 λu の上り信号用光キャリアを分波する。さらに、下りAWG62は波長 $\lambda d1 \sim \lambda dn$ の下り光信号を分波し、上り信号用光キャリアAWG63は波長 $\lambda u1 \sim \lambda un$ の上り信号用光キャリアを分波する。各ONUに送信する波長 $\lambda d1 \sim \lambda dn$ の下り光信号と波長 $\lambda u1 \sim \lambda un$ の上り信号用光キャリアは、WDMカップラ64-1 \sim 64-nでそれぞれ個別に波長多重され、下り光ファイバ2dを介してそれぞれ対応するONU70-1 \sim 70-nへ伝送される。

【0006】

ONU70-1の光送受信器71は、伝送されてきた波長 $\lambda d1$ の下り光信号と波長 $\lambda u1$ の上り信号用光キャリアを分波し、波長 $\lambda d1$ の下り光信号を受信し、波長 $\lambda u1$ の上り信号用光キャリアを変調し、折り返し上り光信号として上り光ファイバ2uを介して波長多重分離装置60へ送信する。他のONUについても同様

である。各ONUから送信された波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号は波長多重分離装置60の上りAWG65で波長多重され、上り光ファイバ1uを介してOSU50へ伝送され、上りAWG55で多重分離されて各ONUに対応する光送受信器51-1 \sim 51-nに受信される。

【0007】

ここで、下り光信号の波長帯 λ_d （波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ ）と、上り信号用光キャリアの波長帯 λ_u （波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ ）は、図14に示すように、波長軸上（または光周波数軸上、光周波数＝光速／波長）で重ならないように配置される。波長多重分離装置60の下りAWG62，上り信号用光キャリアAWG63として、FSR（フリースペクトルレンジ）間隔の波長を同時に合分波する特性をもつAWGを用い、下り光信号（例えば λ_{d1} ）と上り信号用光キャリア（例えば λ_{u1} ）の波長間隔をFSRに設定した場合には同じポートに分波することができるので、1つのAWGで対応できる。この場合には、WDMカプラ61，64-1 \sim 64-nが不要となる。

【0008】

ところで、OSU50と波長多重分離装置60との間の多重区間にファイバ断等の障害が発生すると、全ONUとの通信が断になる。このため、多重区間に現用および予備の光ファイバを配置し、OSU50と波長多重分離装置60に予備光ファイバへの切替機能を搭載し、多重区間の二重化を実現することが望まれている。

【0009】

図15は、一般的な二重化システムの構成例を示す。図において、対向する伝送装置81，82は、現用光ファイバ83および予備光ファイバ84を介して接続される。伝送装置81の光送受信部85から送信された光信号は光カプラ86-1で2分岐され、現用光ファイバ83および予備光ファイバ84の双方を介して伝送装置82に伝送され、光スイッチ87-1でその一方（現用系）が選択されて光送受信部88に受信される。逆方向についても同様である。

【0010】

【非特許文献1】

J.Kani 他, "A WDM-based optical access network for wide-area gigabit access services", IEEE Communication Magazine, vol.41, issue 2, S43-S48, February 2003

【0 0 1 1】

【発明が解決しようとする課題】

OSU50と波長多重分離装置60との間の多重区間において、図15に示すような光スイッチを用いた切替方式による二重化を行うと、本来は動的な機能が必要としない波長多重分離装置60に動的な機能（光スイッチ）が必要になる。そのため、波長多重分離装置60における切替制御等のために新たな制御手段が必要になり、システム全体が複雑化する。

【0 0 1 2】

本発明は、波長多重分離装置に光スイッチ等の動的な機能を追加することなく、OSUとの間の多重区間の二重化を実現することができる光波長多重アクセスシステムを提供することを目的とする。

【0 0 1 3】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の光波長多重アクセスシステムのOSUは、各ONUへの下り光信号を現用系光ファイバを介して伝送するときは各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を波長多重し、予備系光ファイバを介して伝送するときは各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda$ の下り光信号を波長多重し、現用系光ファイバまたは予備系光ファイバのいずれかを選択して送信する手段を有し、かつ現用系光ファイバを介して伝送された波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号または予備系光ファイバを介して伝送された波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda$ の上り光信号を受信する構成である。各ONUは、アクセス区間の光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の中の対応する下り光信号または波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda$ の中の対応する下り光信号を受信し、かつ多重区間の現用系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の中の対応する上り光信号、または予備系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda$ の中の対応する上り光信号をそれぞれアクセス区間の光ファイバへ送信する構成

である。波長多重分離装置は、現用系光ファイバと予備系光ファイバに接続される2ポートと、各ONUに対応する光ファイバに接続されるnポートを有するアレイ導波路回折格子(AWG)を備え、現用系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号または予備系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda$ の下り光信号を各ONUに対応するポートに分波し、各ONUに対応する光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号または波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda$ の上り光信号を現用系光ファイバに対応するポートまたは予備系光ファイバに対応するポートに合波する構成であり、各ONUに対応する下り光信号と上り光信号の波長差がAWGのフリースペクトルレンジ(FSR)の整数倍とする。

【0014】

請求項2に記載の光波長多重アクセスシステムのOSUは、各ONUへの下り光信号を下り現用系光ファイバを介して伝送するときは各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を波長多重し、下り予備系光ファイバを介して伝送するときは各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda_d$ の下り光信号を波長多重し、下り現用系光ファイバまたは下り予備系光ファイバのいずれかを選択して送信する手段を有し、かつ上り現用系光ファイバを介して伝送された波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号または上り予備系光ファイバを介して伝送された波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の上り光信号を受信する構成である。各ONUは、アクセス区間の下り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の中の対応する下り光信号または波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda_d$ の中の対応する下り光信号を受信し、かつ多重区間の上り現用系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の中の対応する上り光信号、または上り予備系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の中の対応する上り光信号をそれぞれ上り光ファイバへ送信する構成である。波長多重分離装置は、下り現用系光ファイバと下り予備系光ファイバに接続される2ポートと、各ONUに対応する下り光ファイバに接続されるnポートを有する下りアレイ導波路回折格子(下りAWG)と、上り現用系光ファイバと上り予備系光ファイバに接続される2ポートと、各ONUに対応する上り光ファイバに接続されるnポートを有

する上りアレイ導波路回折格子（上りAWG）とを備え、下りAWGに下り現用系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号または下り予備系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} + \Delta \lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta \lambda_d$ の下り光信号を各ONUに対応するポートに分波し、上りAWGに各ONUに対応する上り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号または波長 $\lambda_{u1} + \Delta \lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta \lambda_u$ の上り光信号を上り現用系光ファイバまたは上り予備系光ファイバに対応するポートに合波する構成である。

【0015】

ここで、現用系光ファイバを伝搬する各ONUに対応する下り光信号の波長を $\lambda_{d1}, \lambda_{d2}, \dots, \lambda_{dn}$ で波長間隔一定としたときに、予備系光ファイバを伝搬する各ONUに対応する下り光信号の波長を $\lambda_{d1+k}, \lambda_{d2+k}, \dots, \lambda_{dn+k}$ とし（ k は1以上の整数）、現用系光ファイバを伝搬する各ONUに対応する上り光信号の波長を $\lambda_{u1}, \lambda_{u2}, \dots, \lambda_{un}$ で波長間隔一定としたときに、予備系光ファイバを伝搬する各ONUに対応する上り光信号の波長を $\lambda_{u1+k}, \lambda_{u2+k}, \dots, \lambda_{un+k}$ とする（ k は1以上の整数、請求項3）。また、 $\lambda_{dn+i} = \lambda_{di} + FSR$ としたときに λ_{dn+i} に代えて λ_{di} とし、 $\lambda_{un+i} = \lambda_{ui} + FSR$ としたときに λ_{un+i} に代えて λ_{ui} としてもよい（ i は1～ k の整数、請求項4）。

【0016】

また、請求項2に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、各ONUに対応する現用系の下り光信号の波長と上り光信号の波長が互いに等しく、予備系の下り光信号の波長と上り光信号の波長が互いに等しい（請求項5）。

【0017】

請求項6に記載の発明は、請求項2に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、下りAWGに代えて、下り現用系光ファイバに対応する下り現用系分波器および下り予備系光ファイバに対応する下り予備系分波器と、下り現用系分波器で分波された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と下り予備系分波器で分波された波長 $\lambda_{d1'} \sim \lambda_{dn'}$ の下り光信号をポート対応にそれぞれ合波し、各ONUに対応する下り光ファイバに入力する n 個の波長群結合フィルタとを備え、上りAWGに代えて、上り現用系光ファイバに対応する上り現用系合波器および上り予備系光

ファイバに対応する上り予備系合波器と、各ONUに対応する上り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号と波長 $\lambda_{u1'} \sim \lambda_{un'}$ の上り光信号をそれぞれ分波し、上り現用系合波器または上り予備系合波器の対応するポートに入力する n 個の波長群分離フィルタとを備え、下り光信号の現用系の波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ と予備系の波長 $\lambda_{d1'} \sim \lambda_{dn'}$ が異なる帯域であり、上り光信号の現用系の波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ と予備系の波長 $\lambda_{u1'} \sim \lambda_{un'}$ が異なる帯域である。ここで、各ONUに対応する現用系の下り光信号の波長と予備系の上り光信号の波長が互いに等しく、または現用系の上り光信号の波長と予備系の下り光信号の波長が互いに等しい（請求項7）。

【0018】

請求項8に記載の発明は、請求項2に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、各ONUを2つの群#1～#k、#k+1～#nに分け、下り光信号を2つの波長群 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ 、 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ に分けたときに、ONU#1～#kに現用系として波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ を割り当て、ONU#k+1～#nに現用系として波長 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ を割り当て、上り光信号を2つの波長群 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ 、 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ に分けたときに、ONU#1～#kに現用系として波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ を割り当て、ONU#k+1～#nに現用系として波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ を割り当て、下りAWGに代えて、下り現用系光ファイバに対応する下り現用系分波器および下り予備系光ファイバに対応する下り予備系分波器と、下り現用系分波器で分波された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ 、 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と下り予備系分波器で分波された波長 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ 、 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ の下り光信号をポート対応にそれぞれ合波し、各ONUに対応する下り光ファイバに入力する n 個の波長群結合フィルタとを備え、上りAWGに代えて、上り現用系光ファイバに対応する上り現用系合波器および上り予備系光ファイバに対応する上り予備系合波器と、各ONUに対応する上り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ 、 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号と波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ 、 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ の上り光信号をそれぞれ分波し、上り現用系合波器または上り予備系合波器の対応するポートに入力する n 個の波長群分離フィルタとを

備える。

【0019】

請求項9に記載の発明は、請求項2に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、OSUは、各ONUで上り光信号を生成するための波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを発生し、下り現用系光ファイバに波長多重して送信する手段と、各ONUで上り光信号を生成するための波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の上り信号用光キャリアを発生し、下り予備系光ファイバに波長多重して送信する手段とを備え、各ONUは、下り光信号に波長多重して入力される上り信号用光キャリアを変調し、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ または波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の上り光信号として送信する手段を備え、各ONUに対応する下り光信号と上り光信号の波長差が下りAWGのフリースペクトルレンジ(FSR)の整数倍とし、波長多重分離装置の下りAWGは、各ONUに対応する下り光信号と上り信号用光キャリアを同時に分波する構成である。

【0020】

請求項10に記載の発明は、請求項2に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、OSUは、各ONUで上り光信号を生成するための波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを発生し、下り現用系光ファイバに波長多重して送信する手段と、各ONUで上り光信号を生成するための波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の上り信号用光キャリアを発生し、下り予備系光ファイバに波長多重して送信する手段とを備え、波長多重分離装置は、下りAWGおよび上りAWGに加えて、下り現用系光ファイバから入力される波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアに分離し、下り予備系光ファイバから入力される波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda_d$ の下り光信号と波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の上り信号用光キャリアに分離する2個の波長群分離フィルタと、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを各ONUに対応するポートに分波する上り信号用光キャリアAWGと、下りAWGで分波された各下り光信号と上り信号用光キャリアAWGで分波された各上り信号用光キャリアとをそれぞれ合波して各ONUに対応する下り光ファイバに送出するn個の波長群結合フィルタとを備え、各ONUは、下り光信号に波長多重して入力される上り信号用光キャリアを変調し、波

長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ または波長 $\lambda_{u1} + \Delta \lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta \lambda_u$ の上り光信号として送信する構成である。

【0021】

ここで、現用系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する下り光信号の波長を $\lambda_{d1}, \lambda_{d2}, \dots, \lambda_{dn}$ で波長間隔一定としたときに、予備系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する下り光信号の波長を $\lambda_{d1+k}, \lambda_{d2+k}, \dots, \lambda_{dn+k}$ とし (k は 1 以上の整数)、現用系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する上り光信号の波長を $\lambda_{u1}, \lambda_{u2}, \dots, \lambda_{un}$ で波長間隔一定としたときに、予備系光ファイバを伝搬する各 ONU に対応する上り光信号の波長を $\lambda_{u1+k}, \lambda_{u2+k}, \dots, \lambda_{un+k}$ とする (k は 1 以上の整数、請求項 11)。また、 $\lambda_{dn+i} = \lambda_{di} + FSR$ としたときに λ_{dn+i} に代えて λ_{di} とし、 $\lambda_{un+i} = \lambda_{ui} + FSR$ としたときに λ_{un+i} に代えて λ_{ui} としてもよい (i は 1 ~ k の整数、請求項 12)。

【0022】

また、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを発生する手段および波長 $\lambda_{u1+k} \sim \lambda_{un+k}$ の上り信号用光キャリアを発生する手段は、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un+k}$ の上り信号用光キャリアを発生する 1 つの手段で構成され、下り現用系光ファイバおよび下り予備系光ファイバには波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un+k}$ の上り信号用光キャリアが送信されるようにしてもよい (請求項 13)。

【0023】

請求項 14 に記載の発明は、請求項 10 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、上り信号用光キャリア AWG に代えて、下り現用系光ファイバに対応する現用系上り信号用光キャリア AWG および下り予備系光ファイバに対応する予備系上り信号用光キャリア AWG と、現用系上り信号用光キャリア AWG で分波された波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{du}$ の上り信号用光キャリアと予備系上り信号用光キャリア AWG で分波された波長 $\lambda_{u1'} \sim \lambda_{un'}$ の上り信号用光キャリアをポート対応にそれぞれ合波する n 個の波長群結合フィルタとを備え、下り AWG に代えて、下り現用系光ファイバに対応する下り現用系 AWG および下り予備系光ファイバに対応する下り予備系 AWG と、下り現用系 AWG で分波された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と下り予備系 AWG で分波された波長 $\lambda_{d1'} \sim \lambda_{dn'}$ の下り光信号を

ポート対応にそれぞれ合波する n 個の波長群結合フィルタとを備え、上り AWG に代えて、上り現用系光ファイバに対応する上り現用系 AWG および上り予備系光ファイバに対応する上り予備系 AWG と、各 ONU に対応する上り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号と波長 $\lambda_{u1}' \sim \lambda_{un}'$ の上り光信号をそれぞれ分波し、上り現用系 AWG または上り予備系 AWG の対応するポートに入力する n 個の波長群分離フィルタとを備える。

【0024】

請求項 15 に記載の発明は、請求項 10 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、各 ONU を 2 つの群 #1 ~ #k、#k+1 ~ #n に分け、下り光信号を 2 つの波長群 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ 、 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ に分けたときに、ONU #1 ~ #k に現用系として波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ を割り当て、ONU #k+1 ~ #n に現用系として波長 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ を割り当て、上り光信号を 2 つの波長群 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ 、 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ に分けたときに、ONU #1 ~ #k に現用系として波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ を割り当て、ONU #k+1 ~ #n に現用系として波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ を割り当て、上り信号用光キャリア AWG に代えて、下り現用系光ファイバに対応する現用系上り信号用光キャリア分波器および下り予備系光ファイバに対応する予備系上り信号用光キャリア分波器と、現用系上り信号用光キャリア分波器で分波された波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ 、 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアと予備系上り信号用光キャリア分波器で分波された波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ 、 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ の上り信号用光キャリアをポート対応にそれぞれ合波する n 個の波長群結合フィルタとを備え、下り AWG に代えて、下り現用系光ファイバに対応する下り現用系分波器および下り予備系光ファイバに対応する下り予備系分波器と、下り現用系分波器で分波された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ 、 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と下り予備系分波器で分波された波長 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ 、 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ の下り光信号をポート対応にそれぞれ合波する n 個の波長群結合フィルタとを備え、上り AWG に代えて、上り現用系光ファイバに対応する上り現用系合波器および上り予備系光ファイバに対応する上り予備系合波器と、各 ONU に対応する上り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ 、 λ_{uk+1}

～ λ_{un} の上り光信号と波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ 、 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ の上り光信号をそれぞれ分波し、上り現用系合波器または上り予備系合波器の対応するポートに入力する n 個の波長群分離フィルタとを備える。

【0025】

また、請求項1～請求項15のいずれかに記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、任意のONUに、現用下り光信号、予備下り光信号、現用上り光信号および予備上り光信号としてそれぞれ2波長以上を割り当て、アクセス区間の光ファイバを二重化する構成としてもよい（請求項16）。

【0026】

【発明の実施の形態】

（第1の実施形態）

図1は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第1の実施形態を示す。図において、本実施形態の光波長多重アクセスシステムは、センタ装置（OSU）10、波長多重分離装置20、および複数の光ネットワークユニット（ONU）30-1～30-nから構成される。OSU10と波長多重分離装置20との多重区間は、OSUから各ONUへの下り光信号および各ONUからOSUへの上り光信号を伝送する現用系光ファイバ（W）および予備系光ファイバ（P）を介して接続される。各ONU30-1～30-nと波長多重分離装置20とのアクセス区間は、各ONUへの下り光信号および各ONUからの上り光信号を伝送する光ファイバを介して接続される。

【0027】

OSU10は、各ONUに対応する現用系の光送受信器11-1w～11-nwおよび予備系の光送受信器11-1p～11-npと、現用系の光送受信器11-1w～11-nwから送信された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を現用系光ファイバに波長多重し、現用系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号を現用系の光送受信器11-1w～11-nwに分離する現用系AWG12wと、予備系の光送受信器11-1p～11-npから送信された波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda$ の下り光信号を予備系光ファイバに波長多重し、予備系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda$ の上り光信号を予備系の光送受信器1

1-1p~11-npに分離する予備系AWG12pとを備える。

【0028】

さらに、各ONUへの下り光信号を現用系光ファイバを介して伝送するときは各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を波長多重し、予備系光ファイバを介して伝送するときは各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda$ の下り光信号を波長多重し、現用系光ファイバまたは予備系光ファイバのいずれかを選択して送信する手段を有するが、ここでは省略されている。この手段としては、例えば現用系AWG12wおよび予備系AWG12pの光ファイバ側に光スイッチを挿入して一方の光スイッチをオンとする構成、あるいは現用系の光送受信器11-1w~11-nwまたは予備系の光送受信器11-1p~11-npの一方をオンとする構成、あるいは現用系の光送受信器11-1w~11-nwまたは予備系の光送受信器11-1p~11-npに入出力する電気信号を切り替える構成等により対応することができる。

【0029】

各ONU30-1~30-nの光送受信回路31は、アクセス区間の光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号または波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda$ の下り光信号を受信する。さらに、多重区間の現用系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号、または予備系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda$ の上り光信号を選択し、アクセス区間の光ファイバへ送信する。

【0030】

波長多重分離装置20は、1つのAWG21から構成される。AWG21は、多重区間の現用系光ファイバと予備系光ファイバに接続される2つのポートW、Pと、アクセス区間の各ONUに対応する光ファイバに接続されるn個のポート#1~#nを有する。現用系光ファイバからポートWに入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号または予備系光ファイバからポートPに入力する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda$ の下り光信号は、ともに各ONUに対応するポート#1~#nに分波される構成である。また、各ONUに対応する光ファイバからポート#1~#nに入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号は現用系光ファイバに対応するポートW

に合波され、波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda$ の上り光信号は予備系光ファイバに対応するポート P に合波される構成である。

【0031】

ここで、AWG 21 のポート W, P と、ポート # 1 ~ # n の波長割当例を図 2 に示す。例えば、現用系光ファイバからポート W に入力する波長 λ_{d1} の下り光信号と、予備系光ファイバからポート P に入力する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda$ の下り光信号がともにポート # 1 に出力され、かつ ONU 30-1 からポート # 1 に入力する波長 λ_{u1} の上り光信号または $\lambda_{u1} + \Delta\lambda$ の上り光信号がそれぞれポート W とポート P に出力されるには、図 2 (2) に示すように λ_{d1} と λ_{u1} との間に AWG 21 のフリースペクトルレンジの整数倍 ($a\text{FSR}$) の差があり、ポート W, P が現用系と予備系の波長差 $\Delta\lambda$ に応じた位置に設定される。なお、現用系と予備系の波長差 $\Delta\lambda$ には、さらに $m\text{FSR}$ (m は整数) を加えてもよい。

【0032】

また、AWG 21 で分波する現用系の下り光信号の波長 $\lambda_{d1}, \lambda_{d2}, \dots, \lambda_{dn}$ の波長間隔および現用系の上り光信号の波長 $\lambda_{u1}, \lambda_{u2}, \dots, \lambda_{un}$ の波長間隔と、現用系と予備系の波長差 $\Delta\lambda$ とを一致させれば、予備系の下り光信号の波長は $\lambda_{d2}, \lambda_{d3}, \dots, \lambda_{dn+1}$ となり、予備系の上り光信号の波長は $\lambda_{u2}, \lambda_{u3}, \dots, \lambda_{un+1}$ となる (請求項 3 における $k=1$ の場合)。この波長割当例を図 3 に示す。ここで、図 3 (2) に示すように、 $\lambda_{dn+1} = \lambda_{d1} + \text{FSR}$ とすることにより、ONU 30-n に対応する予備系の下り光信号の波長 λ_{dn+1} を λ_{d1} とすることができる。同様に、 $\lambda_{un+1} = \lambda_{u1} + \text{FSR}$ とすることにより、ONU 30-n に対応する予備系の上り光信号の波長 λ_{un+1} を λ_{u1} とすることができる (請求項 4 における $i=k=1$ の場合)。

【0033】

本実施形態では、下り光信号と上り光信号の波長差を $a\text{FSR}$ とし、かつ現用系と予備系の波長差を $\Delta\lambda (+m\text{FSR})$ とすることにより、多重区間の光ファイバを二重化しながら 1 つの AWG で現用系と予備系の切り替えを受動的に行うことができる。すなわち、OSU 10 では、各 ONU 30-1 ~ 30-n への下り光信号を現用系光ファイバを介して伝送するときは、各 ONU に対応する波長 λ_{d1}

～ λ_{dn} の下り光信号を波長多重して送信し、予備系光ファイバを介して伝送するときは、各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda$ （または λ_{d2} ）～ $\lambda_{dn} + \Delta\lambda$ （または λ_{dn+1} ）の下り光信号を波長多重して送信すればよい。一方、各ONU 30-1～30-nは、多重区間の現用系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号を送信し、予備系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda$ （または λ_{u2} ）～ $\lambda_{un} + \Delta\lambda$ （または λ_{un+1} ）の上り光信号を送信すればよい。このような波長選択により、波長多重分離装置20では受動的に現用系・予備系の切り替えを行うことができる。

【0034】

（第2の実施形態）

図4は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第2の実施形態を示す。図において、本実施形態の光波長多重アクセスシステムは、センタ装置（OSU）10、波長多重分離装置20、および複数の光ネットワークユニット（ONU）30-1～30-nから構成される。OSU10と波長多重分離装置20との多重区間は、OSUから各ONUへの下り光信号を伝送する下り現用系光ファイバおよび下り予備系光ファイバと、各ONUからOSUへの上り光信号を伝送する上り現用系光ファイバおよび上り予備系光ファイバを介して接続される。各ONU 30-1～30-nと波長多重分離装置20とのアクセス区間は、各ONUへの下り光信号を伝送する下り光ファイバと、各ONUからの上り光信号を伝送する上り光ファイバを介して接続される。

【0035】

OSU10は、各ONUに対応する現用系の光送受信器11-1w～11-nwおよび予備系の光送受信器11-1p～11-npと、現用系の光送受信器11-1w～11-nwから送信された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を下り現用系光ファイバに波長多重する下り現用系AWG12dwと、上り現用系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号を現用系の光送受信器11-1w～11-nwに分離する上り現用系AWG12uwと、予備系の光送受信器11-1p～11-npから送信された波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda_d$ の下り光信号を下り予備系光ファイバに波長多重する下り予備系AWG12dpと、上り予備系

光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} + \Delta \lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta \lambda_u$ の上り光信号を予備系の光送受信器 $11-1p \sim 11-np$ に分離する上り予備系 AWG $12up$ とを備える。

【0036】

さらに、各 ONU への下り光信号を現用系光ファイバを介して伝送するときは各 ONU に対応する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を波長多重し、予備系光ファイバを介して伝送するときは各 ONU に対応する波長 $\lambda_{d1} + \Delta \lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta \lambda_d$ の下り光信号を波長多重し、下り現用系光ファイバまたは下り予備系光ファイバのいずれかを選択して送信する手段を有するが、ここでは省略されている。この手段としては、第 1 の実施形態と同様に対応することができる。

【0037】

各 ONU $30-1 \sim 30-n$ の光送受信回路 31 は、アクセス区間の下り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号または波長 $\lambda_{d1} + \Delta \lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta \lambda_d$ の下り光信号を受信する。さらに、多重区間の上り現用系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号、または上り予備系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} + \Delta \lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta \lambda_u$ の上り光信号を選択し、アクセス区間の上り光ファイバへ送信する。

【0038】

波長多重分離装置 20 は、下り AWG $22d$ および上り AWG $22u$ から構成される。下り AWG $22d$ は、多重区間の下り現用系光ファイバと下り予備系光ファイバに接続される 2 つのポート W, P と、アクセス区間の各 ONU に対応する下り光ファイバに接続される n 個のポート #1 ~ # n を有する。上り AWG $22u$ は、アクセス区間の各 ONU に対応する上り光ファイバに接続される n 個のポート #1 ~ # n と、多重区間の上り現用系光ファイバと上り予備系光ファイバに接続される 2 つのポート W, P とを有する。

【0039】

下り AWG $22d$ のポート W に下り現用系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号、またはポート P に下り予備系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} + \Delta \lambda_d \sim \lambda_{dn} + \Delta \lambda_d$ の下り光信号は、各 ONU に対応するポート #1 ~ #

nに分波される構成である。また、各ONUに対応する光ファイバから上りAWG 22uのポート#1～#nに入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号は上り現用系光ファイバに対応するポートWに合波され、波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda_u$ の上り光信号は予備系光ファイバに対応するポートPに合波される構成である。

【0040】

ここで、下りAWG 22dおよび上りAWG 22uのポートW, Pと、ポート#1～#nの波長割当例を図5に示す。例えば、下りAWG 22dにおいて、下り現用系光ファイバからポートWに入力する波長 λ_{d1} の下り光信号と、下り予備系光ファイバからポートPに入力する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda_d$ の下り光信号がともにポート#1に出力されるには、ポートW, Pが現用系と予備系の波長差 $\Delta\lambda_d$ に応じた位置に設定される。また、上りAWG 22uにおいて、ONU 30-1からポート#1に入力する波長 λ_{u1} の上り光信号がポートWに出力され、 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u$ の上り光信号がポートPに出力されるには、ポートW, Pが現用系と予備系の波長差 $\Delta\lambda_u$ に応じた位置に設定される。なお、波長 $\Delta\lambda_d$, $\Delta\lambda_u$ には、さらにmFSR (mは整数)を加えてもよい。

【0041】

また、下りAWG 22dで分波する現用系の下り光信号の波長 λ_{d1} , λ_{d2} , ..., λ_{dn} の波長間隔と、現用系と予備系の波長差 $\Delta\lambda_d$ とを一致させれば、予備系の下り光信号の波長は λ_{d2} , λ_{d3} , ..., λ_{dn+1} となる。上りAWG 22uで合波する現用系の上り光信号の波長 λ_{u1} , λ_{u2} , ..., λ_{un} の波長間隔と、現用系と予備系の波長差 $\Delta\lambda_u$ とを一致させれば、予備系の上り光信号の波長は λ_{u2} , λ_{u3} , ..., λ_{un+1} となる(請求項3における $k=1$ の場合)。この関係を図5(2)に示す。ここで、 $\lambda_{dn+1} = \lambda_{d1} + \text{FSR}$ とすることにより、ONU 30-nに対応する予備系の下り光信号の波長 λ_{dn+1} を λ_{d1} とすることができる。同様に、 $\lambda_{un+1} = \lambda_{u1} + \text{FSR}$ とすることにより、ONU 30-nに対応する予備系の上り光信号の波長 λ_{un+1} を λ_{u1} とすることができる(請求項4における $i=k=1$ の場合)。

【0042】

本実施形態では、下りAWG 22dと上りAWG 22uが互いに独立している

ので、第1の実施形態のように下り光信号と上り光信号の波長差を $a\text{FSR}$ とする必要がなく、任意に設定することができる。これにより、図5(3)に示すように、各ONUに対応する現用系の下り光信号の波長と上り光信号の波長を互いに等しく、予備系の下り光信号の波長と上り光信号の波長を互いに等しく設定することができる。したがって、現用系と予備系の波長差を $\Delta\lambda_d (+m\text{FSR})$ または $\Delta\lambda_u (+m\text{FSR})$ とするだけで、多重区間の光ファイバを二重化しながら2つのAWGで現用系と予備系の切り替えを受動的に行うことができる。

【0043】

すなわち、OSU10では、各ONU30-1～30-nへの下り光信号を下り現用系光ファイバを介して伝送するときは、各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を波長多重して送信し、下り予備系光ファイバを介して伝送するときは、各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda_d$ (または λ_{d2}) $\sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda_d$ (または λ_{dn+1}) の下り光信号を波長多重して送信すればよい。一方、各ONU30-1～30-nは、多重区間の上り現用系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号を送信し、上り予備系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda$ (または λ_{u2}) $\sim \lambda_{un} + \Delta\lambda$ (または λ_{un+1}) の上り光信号を送信すればよい。このような波長選択により、波長多重分離装置20では受動的に現用系・予備系の切り替えを行うことができる。

【0044】

(第3の実施形態)

図6は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第3の実施形態を示す。本実施形態におけるOSU10、ONU30-1～30-n、OSU10と波長多重分離装置20との多重区間、各ONU30-1～30-nと波長多重分離装置20とのアクセス区間は、第2の実施形態と同様であるので、ここでは波長多重分離装置20の構成のみを示す。

【0045】

第2の実施形態の下りAWG22dは、ポートWに入力する現用系の下り光信号とポートPに入力する予備系の下り光信号を、ともにポート#1～#nに分波

する構成であったが、本実施形態ではそれぞれ専用の下り現用系合分波器 23 dw および下り予備系合分波器 23 dp を用いる。また、第 2 の実施形態の上り AWG 22 u は、ポート # 1 ~ # n に入力する現用系の下り光信号をポート W に合波し、予備系の下り光信号をポート P に合波する構成であったが、本実施形態ではそれぞれ専用の上り現用系合分波器 23 uw および上り予備系合分波器 23 up を用いる。

【0046】

なお、下り現用系合分波器 23 dw、下り予備系合分波器 23 dp、上り現用系合分波器 23 uw および上り予備系合分波器 23 up は、1 対 n の合分波ができるものであれば AWG に限るものではない。

【0047】

下り現用系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号は、下り現用系合分波器 23 dw で分波される。予備系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1'} \sim \lambda_{dn'}$ の下り光信号は、下り予備系合分波器 23 dp で分波される。波長群フィルタ 24-1 d ~ 24-n d は、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号または波長 $\lambda_{d1'} \sim \lambda_{dn'}$ の下り光信号を各 ONU に対応する下り光ファイバに送出する。また、各 ONU に対応する光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号または波長 $\lambda_{u1'} \sim \lambda_{un'}$ の上り光信号は、波長群フィルタ 24-1 u ~ 24-n u を介して上り現用系合分波器 23 uw または上り予備系合分波器 23 up の対応するポート # 1 ~ # n に入力される。上り現用系合分波器 23 uw に入力された波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号は合波され、上り現用系光ファイバに送出される。上り予備系合分波器 23 up に入力された波長 $\lambda_{u1'} \sim \lambda_{un'}$ の上り光信号は合波され、上り予備系光ファイバに送出される。

【0048】

ここで、各合分波器のポート W、P と、ポート # 1 ~ # n の波長割当例を図 7 に示す。本実施形態では、下り現用系合分波器 23 dw、下り予備系合分波器 23 dp、上り現用系合分波器 23 uw および上り予備系合分波器 23 up が互いに独立しているが、波長群フィルタ 24-1 d ~ 24-n d でそれぞれ現用系と予備系が合波され、波長群フィルタ 24-1 u ~ 24-n u でそれぞれ現用系と

予備系が分離される構成である。したがって、現用系の波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と予備系の波長 $\lambda_{d1'} \sim \lambda_{dn'}$ の下り光信号は、互いに異なる帯域にある。また、現用系の波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号と予備系の波長 $\lambda_{u1'} \sim \lambda_{un'}$ の上り光信号は、互いに異なる帯域にある。ただし、下り光信号と上り光信号は互いに独立であるので、例えば図7(2)に示すように、現用系の上り光信号の波長と予備系の下り光信号の波長を互いに等しく設定することができる。さらに、例えば図7(3)に示すように、現用系の下り光信号の波長と予備系の上り光信号の波長、現用系の上り光信号の波長と予備系の下り光信号の波長をそれぞれ互いに等しく設定することができる。これにより、多重区間の光ファイバを二重化しながら4つの合分波器で現用系と予備系の切り替えを受動的に行うことができる。

【0049】

すなわち、OSU10では、各ONU30-1~30-nへの下り光信号を下り現用系光ファイバを介して伝送するときは、各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を波長多重して送信し、下り予備系光ファイバを介して伝送するときは、各ONUに対応する波長 $\lambda_{d1'} \sim \lambda_{dn'}$ の下り光信号を波長多重して送信すればよい。一方、各ONU30-1~30-nは、多重区間の上り現用系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号を送信し、上り予備系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1'} \sim \lambda_{un'}$ の上り光信号を送信すればよい。このような波長選択により、波長多重分離装置20では受動的に現用系・予備系の切り替えを行うことができる。

【0050】

(第4の実施形態)

本実施形態は、図6に示す第3の実施形態の構成において、各ONUを2つの群#1~#k、#k+1~#nに分ける。さらに、下り光信号を2つの波長群 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ 、 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ に分けたときに、ONU#1~#kに現用系として波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ を割り当て、ONU#k+1~#nに現用系として波長 $\lambda_{dk+1} \sim \lambda_{dn}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dk}$ を割り当てる。また、上り光信号を2つの波長群 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ 、 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ に分けたときに、ONU#1~#kに現用系として波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ を割り当て、予

備系として波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ を割り当て、ONU# $k+1 \sim \#n$ に現用系として波長 $\lambda_{uk+1} \sim \lambda_{un}$ を割り当て、予備系として波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{uk}$ を割り当てる。

【0051】

ここで、 $n=64$ 、 $k=32$ の場合における各合分波器のポートW、Pと、ポート#1～#64の波長割当例を図8(1)に示す。すなわち、下り現用系合分波器23dwはポート#1～#64に波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d32}$ 、 $\lambda_{d33} \sim \lambda_{d64}$ の下り光信号を分波し、下り予備系合分波器23dpはポート#1～#64に波長 $\lambda_{d33} \sim \lambda_{d64}$ 、 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d32}$ の下り光信号を分波する。これにより、波長群フィルタ24-1d～24-ndは、 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d32}$ の波長群と、 $\lambda_{d33} \sim \lambda_{d64}$ の波長群を結合するもので対応できる。

【0052】

また、上り現用系合分波器23uwはポート#1～#64からの波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u32}$ 、 $\lambda_{u33} \sim \lambda_{u64}$ の上り光信号を合波し、上り予備系合分波器23upはポート#1～#64からの波長 $\lambda_{u33} \sim \lambda_{u64}$ 、 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u32}$ の上り光信号を合波する。これにより、波長群フィルタ24-1u～24-nuは、 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u32}$ の波長群と、 $\lambda_{u33} \sim \lambda_{u64}$ の波長群を分離するもので対応できる。

【0053】

なお、下り光信号(波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$)と上り光信号($\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$)は互いに独立であるので、図8(2)に示すようにそれぞれ異なる帯域に設定してもよいし、図8(3)に示すように同じ帯域に設定することもできる。後者の場合には、 n 個のONUに対応する現用系と予備系の波長設定を n 個の波長で行うことができる。

【0054】

また、下り現用系合分波器23dw、下り予備系合分波器23dp、上り現用系合分波器23uwおよび上り予備系合分波器23upは、1対 n の合分波ができるものであればAWGに限るものではない。

【0055】

(第5の実施形態)

以上示した実施形態は、各ONUが光源を有し、その光源から出力される光キ

キャリアを変調して上り光信号を生成する構成であったが、以下に示す実施形態は、OSUから各ONUに光キャリアを供給し、各ONUでその光キャリアを変調し、上り光信号として折り返す構成である。

【0056】

図9は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第5の実施形態を示す。本実施形態の光波長多重アクセスシステムは、図4に示す第2の実施形態と同様の構成であるが、OSU10から各ONU30-1～30-nに上り信号用光キャリアを供給するための構成が加わる。

【0057】

図において、OSU10は、図4の構成に加えて、現用系光ファイバを介して各ONUに供給する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを一括生成する光キャリア発生部(OC SM)13wと、この上り信号用光キャリアを下り現用系光ファイバに送信される波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号に波長多重するWDMカップラ14wと、予備系光ファイバを介して各ONUに供給する波長 $\lambda_{u1+k} (\lambda_{u1} + \Delta \lambda_u) \sim \lambda_{un+k} (\lambda_{un} + \Delta \lambda_u)$ の上り信号用光キャリアを一括生成する光キャリア発生部(OC SM)13pと、この上り信号用光キャリアを下り予備系光ファイバに送信される波長 $\lambda_{d1+k} (\lambda_{d1} + \Delta \lambda_d) \sim \lambda_{dn+k} (\lambda_{dn} + \Delta \lambda_d)$ の下り光信号に波長多重するWDMカップラ14pを備える。

【0058】

各ONU30-1～30-nの光送受信器32は、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ または波長 $\lambda_{d1+k} (\lambda_{d1} + \Delta \lambda_d) \sim \lambda_{dn+k} (\lambda_{dn} + \Delta \lambda_d)$ の下り光信号を受信するとともに、下り光信号に波長多重して入力される上り信号用光キャリアを変調し、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ または波長 $\lambda_{u1+k} (\lambda_{u1} + \Delta \lambda_u) \sim \lambda_{un+k} (\lambda_{un} + \Delta \lambda_u)$ の上り光信号として送信する構成である。

【0059】

波長多重分離装置20は、下りAWG21dおよび上りAWG22uから構成される。下りAWG21dは、図1に示す第1の実施形態のAWG21に対して上り信号用光キャリアと上り光信号の方向が異なるが、波長合分波機能は同一である。すなわち、各ONUに対応する下り光信号と上り光信号の波長差が下りA

WG 21 d のフリースペクトルレンジ (FSR) の整数倍に設定される。これにより、下り AWG 21 d は、各 ONU に対応する下り光信号と上り信号用光キャリアを同時に分波する。下り AWG 21 d のポート W, P と、ポート # 1 ~ # n の波長割当例は、図 2 または図 3 に示す通りである。上り AWG 22 u は、図 4 の第 2 の実施形態の上り AWG 22 u と同一である。

【0060】

本実施形態では、下り光信号と上り光信号（上り信号用光キャリア）の波長差を $a\text{FSR}$ とし、かつ現用系と予備系の波長差を $\Delta\lambda$ ($+m\text{FSR}$) とすることにより、多重区間の光ファイバを二重化しながら 2 つの AWG で現用系と予備系の切り替えを受動的に行うことができる。すなわち、OSU 10 では、各 ONU 30-1 ~ 30-n への下り光信号および上り信号用光キャリアを現用系光ファイバを介して伝送するときは、各 ONU に対応する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号および波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを波長多重して送信する。また、予備系光ファイバを介して伝送するときは、各 ONU に対応する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda$ (または λ_{d1+k}) $\sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda$ (または λ_{dn+k}) の下り光信号および波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda$ (または λ_{u1+k}) $\sim \lambda_{un} + \Delta\lambda$ (または λ_{un+k}) の上り信号用光キャリアを波長多重して送信すればよい。一方、各 ONU 30-1 ~ 30-n は、多重区間の現用系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号を折り返し送信し、予備系光ファイバを介して上り光信号を伝送するときは波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda$ (または λ_{u1+k}) $\sim \lambda_{un} + \Delta\lambda$ (または λ_{un+k}) の上り光信号を折り返し送信すればよい。このような波長選択により、波長多重分離装置 20 では受動的に現用系・予備系の切り替えを行うことができる。

【0061】

なお、本実施形態では、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを一括生成する光キャリア発生部 (OC SM) 13 w と、波長 λ_{u1+k} ($\lambda_{u1} + \Delta\lambda_u$) $\sim \lambda_{un+k}$ ($\lambda_{un} + \Delta\lambda_u$) の上り信号用光キャリアを一括生成する光キャリア発生部 (OC SM) 13 p を個別に配置したが、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un+k}$ の上り信号用光キャリアを一括生成する光キャリア発生部を用い、1 つに集約するようにしてもよい。この場合には、下り現用系光ファイバおよび下り予備系光ファイバでは波長 $\lambda_{u1} \sim$

λ_{un+k} の上り信号用光キャリアが伝送されることになる。

【0062】

さらに、このような光キャリア発生部（OC SM）としては、例えば波長が異なる複数の単一波長レーザ光源と、その出力光を合波する光合波器から構成される多波長光源、あるいは非特許文献1に記載される多波長一括発生光源を用いることができる。

【0063】

（第6の実施形態）

図10は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第6の実施形態を示す。本実施形態の光波長多重アクセスシステムは、図9に示す第5の実施形態における波長多重分離装置20を除く部分は同一であるので、ここでは波長多重分離装置20の構成のみを示す。

【0064】

図において、波長多重分離装置20は、図4に示す第2の実施形態の下りAWG22dおよび上りAWG22uに加えて、光キャリアAWG22c、波長群フィルタ25w, 25p, 25-1d~25-ndを備える。波長群フィルタ25wは、下り現用系光ファイバから入力される波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアに分離し、それぞれ下りAWG22dのポートWおよび光キャリアAWG22cのポートWに入力する。波長群フィルタ25pは、下り予備系光ファイバから入力される波長 $\lambda_{d2} (\lambda_{d1} + \Delta \lambda_d) \sim \lambda_{dn+1} (\lambda_{dn} + \Delta \lambda_d)$ の下り光信号と、波長 $\lambda_{u2} (\lambda_{u1} + \Delta \lambda_u) \sim \lambda_{un+1} (\lambda_{un} + \Delta \lambda_u)$ の上り信号用光キャリアに分離し、それぞれ下りAWG22dのポートPおよび光キャリアAWG22cのポートPに入力する。光キャリアAWG22cは、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを各ONUに対応するポート#1~#nに分波する。波長群フィルタ25-1d~25-ndは、下りAWG22dで分波された各下り光信号と、上り信号用光キャリアAWG22cで分波された各上り信号用光キャリアとをそれぞれ合波して各ONUに対応する下り光ファイバに送出する。

【0065】

下りAWG22d、上りAWG22uおよび光キャリアAWG22cのポートW、Pと、ポート#1～#nの波長割当例は、図5(1)、(2)に示す通りである。なお、本実施形態では、下り光信号と上り光信号(上り信号用光キャリア)は、互いに異なる帯域に設定する必要があるので、図5(3)に示すような下り光信号の波長と上り光信号の波長が互いに等しくなるように設定することはできない。

【0066】

(第7の実施形態)

図11は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第7の実施形態を示す。本実施形態の光波長多重アクセスシステムは、図9に示す第5の実施形態における波長多重分離装置20、および図中に記載される光キャリア、上り光信号、下り光信号の各波長を除く部分は同一であるので、ここでは波長多重分離装置20の構成のみを示す。

【0067】

第6の実施形態の光キャリアAWG22cは、ポートWに入力する現用系の上り信号用光キャリアとポートPに入力する予備系の上り信号用光キャリアを、ともにポート#1～#nに分波する構成であったが、本実施形態ではそれぞれ専用の現用系光キャリア合分波器23cwおよび予備系光キャリア合分波器23cpを用いる。また、第6の実施形態の下りAWG22dは、ポートWに入力する現用系の下り光信号とポートPに入力する予備系の下り光信号を、ともにポート#1～#nに分波する構成であったが、本実施形態ではそれぞれ専用の下り現用系合分波器23dwおよび下り予備系合分波器23dpを用いる。また、第6の実施形態の上りAWG22uは、ポート#1～#nに入力する現用系の下り光信号をポートWに合波し、予備系の下り光信号をポートPに合波する構成であったが、本実施形態ではそれぞれ専用の上り現用系合分波器23uwおよび上り予備系合分波器23upを用いる。

【0068】

波長群フィルタ25wは、下り現用系光ファイバから入力される波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアに分離し、それぞれ現用系光キャリア合分波器23cwおよび下り現用系合分波器23dwに入力す

る。波長群フィルタ 25 p は、下り予備系光ファイバから入力される波長 $\lambda_{dl'}$ $\sim \lambda_{dn'}$ の下り光信号と、波長 $\lambda_{ul'}$ $\sim \lambda_{un'}$ の上り信号用光キャリアに分離し、それぞれ予備系光キャリア合分波器 23 c p および下り予備系合分波器 23 d p に入力する。

【0069】

現用系光キャリア合分波器 23 c w は波長 $\lambda_{ul} \sim \lambda_{un}$ の上り信号用光キャリアを分波し、予備系光キャリア合分波器 23 c p は波長 $\lambda_{ul'}$ $\sim \lambda_{un'}$ の上り信号用光キャリアを分波し、波長群フィルタ 24-1 c ($\sim 24-n c$) を介して波長群フィルタ 25-1 d に送出される。下り現用系合分波器 23 d w は波長 λ_{dl} $\sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を分波し、下り予備系合分波器 23 d p は波長 $\lambda_{dl'}$ $\sim \lambda_{dn'}$ の下り光信号を分波し、波長群フィルタ 24-1 d ($\sim 24-n d$) でそれぞれ波長群フィルタ 25-1 d に送出される。波長群フィルタ 25-1 d ($\sim 25-n d$) では、現用系の上り信号用光キャリアおよび下り光信号、または予備系の上り信号用光キャリアおよび下り光信号を各 ONU に対応する下り光ファイバに送出する。

【0070】

波長群フィルタ 25-1 u ($\sim 25-n u$) は、各 ONU に対応する上り光ファイバから入力する波長 $\lambda_{ul} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号を上り現用系合分波器 23 u w へ分波し、波長 $\lambda_{ul'}$ $\sim \lambda_{un'}$ の上り光信号を上り予備系合分波器 23 u p へ分波する。上り現用系合分波器 23 u w に入力された波長 $\lambda_{ul} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号は合波され、上り現用系光ファイバに送出される。上り予備系合分波器 23 u p に入力された波長 $\lambda_{ul'}$ $\sim \lambda_{un'}$ の上り光信号は合波され、上り予備系光ファイバに送出される。

【0071】

現用系光キャリア合分波器 23 c w、予備系光キャリア合分波器 23 c p、下り現用系合分波器 23 d w、下り予備系合分波器 23 d p、上り現用系合分波器 23 u w および上り予備系合分波器 23 u p のポート W, P と、ポート # 1 \sim # n の波長割当例は、図 7 (1) または図 8 (1), (2) に示す通りである。なお、本実施形態では、下り光信号と上り光信号（上り信号用光キャリア）は、互いに異な

る帯域に設定する必要があるので、図 7 (2), (3) および図 8 (3) に示すような下り光信号の波長と上り光信号（上り信号用光キャリア）の波長が互いに等しくなるように設定することはできない。

【0072】

（第 8 の実施形態）

図 12 は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第 8 の実施形態を示す。本実施形態は、以上示した各実施形態（ここでは図 1 に示す第 1 の実施形態）において、アクセス区間の光ファイバを二重化する構成を示す。アクセス区間を二重化する ONU 30-k には、現用下り光信号（ λ_{dk} , λ_{dk+1} ）、予備下り光信号（ $\lambda_{dk} + \Delta\lambda$, $\lambda_{dk+1} + \Delta\lambda$ ）、現用上り光信号（ λ_{uk} , λ_{uk+1} ）および予備上り光信号（ $\lambda_{uk} + \Delta\lambda$, $\lambda_{uk+1} + \Delta\lambda$ ）をそれぞれ 2 波長を割り当て、二重化しない ONU を 2 個利用する場合と同様に構成する。

【0073】

（第 9 の実施形態）

図 13 は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第 9 の実施形態を示す。本実施形態は、以上示した各実施形態（ここでは図 4 に示す第 2 の実施形態）において、多重区間の下り現用系光ファイバおよび上り現用系光ファイバ、あるいは下り予備系光ファイバおよび上り予備系光ファイバを監視するための構成を示す。

【0074】

ここでは、OSU 10 側の監視部 40 の光源 41 から下り光信号（および上り信号用光キャリア）と異なる波長のモニタ光を出力し、WDM カプラ 42-1, 42-2 を介して下り現用系光ファイバおよび下り予備系光ファイバに送信する。このモニタ光は、波長多重分離装置 20 側の監視部 43 の WDM カプラ 42-3, 42-4 で分離され、さらに WDM カプラ 42-5, 42-6 を介して上り現用系光ファイバおよび上り予備系光ファイバに折り返される。折り返されたモニタ光は、OSU 10 側の監視部 40 の WDM カプラ 42-7, 42-8 で分離され、モニタ装置 44 に受信される。モニタ装置 44 では、下り現用系光ファイバから上り現用系光ファイバに折り返されたモニタ光、および下り予備系光ファ

イバから上り予備系光ファイバに折り返されたモニタ光をそれぞれ監視することにより、各光ファイバの破断等を検出することができる。

【0075】

なお、モニタ光は、波長多重分離装置 20 側の監視部 43 で折り返す他に、波長多重分離装置 20 内の AWG 等で折り返す構成としてもよい。また、モニタ光として、主信号光（下り光信号または上り信号用光キャリア）の少なくとも 1 波を利用するようにしてもよい。

【0076】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の光波長多重アクセスシステムは、多重区間を現用系光ファイバおよび予備系光ファイバで二重化し、その一方を選択するときは以上の構成と波長割当を適用して OSU および各 ONU でそれぞれ対応する波長選択を行うことにより、波長多重分離装置で受動的に現用系・予備系の切り替えを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 1 の実施形態を示す図。

【図 2】

第 1 の実施形態の波長割当例を示す図。

【図 3】

第 1 の実施形態の波長割当例を示す図。

【図 4】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 2 の実施形態を示す図。

【図 5】

第 2 の実施形態の波長割当例を示す図。

【図 6】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 3 の実施形態を示す図。

【図 7】

第 3 の実施形態の波長割当例を示す図。

【図 8】

第 4 の実施形態の波長割当例を示す図。

【図 9】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 5 の実施形態を示す図。

【図 10】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 6 の実施形態を示す図。

【図 11】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 7 の実施形態を示す図。

【図 12】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 8 の実施形態を示す図。

【図 13】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 9 の実施形態を示す図。

【図 14】

従来の光波長多重アクセスシステムの構成例を示す図。

【図 15】

一般的な二重化システムの構成例を示す図。

【符号の説明】

- 10 センタ装置 (OSU)
- 11 光送受信器
- 12 AWG
- 13 光キャリア発生部 (OC SM)
- 14 WDMカプラ
- 20 波長多重分離装置
- 21, 22 AWG
- 23 合分波器
- 24, 25 WDMカプラ
- 30 光ネットワークユニット (ONU)
- 31, 32 光送受信器
- 40, 43 監視部

4 1 光源

4 2 WDMカプラ

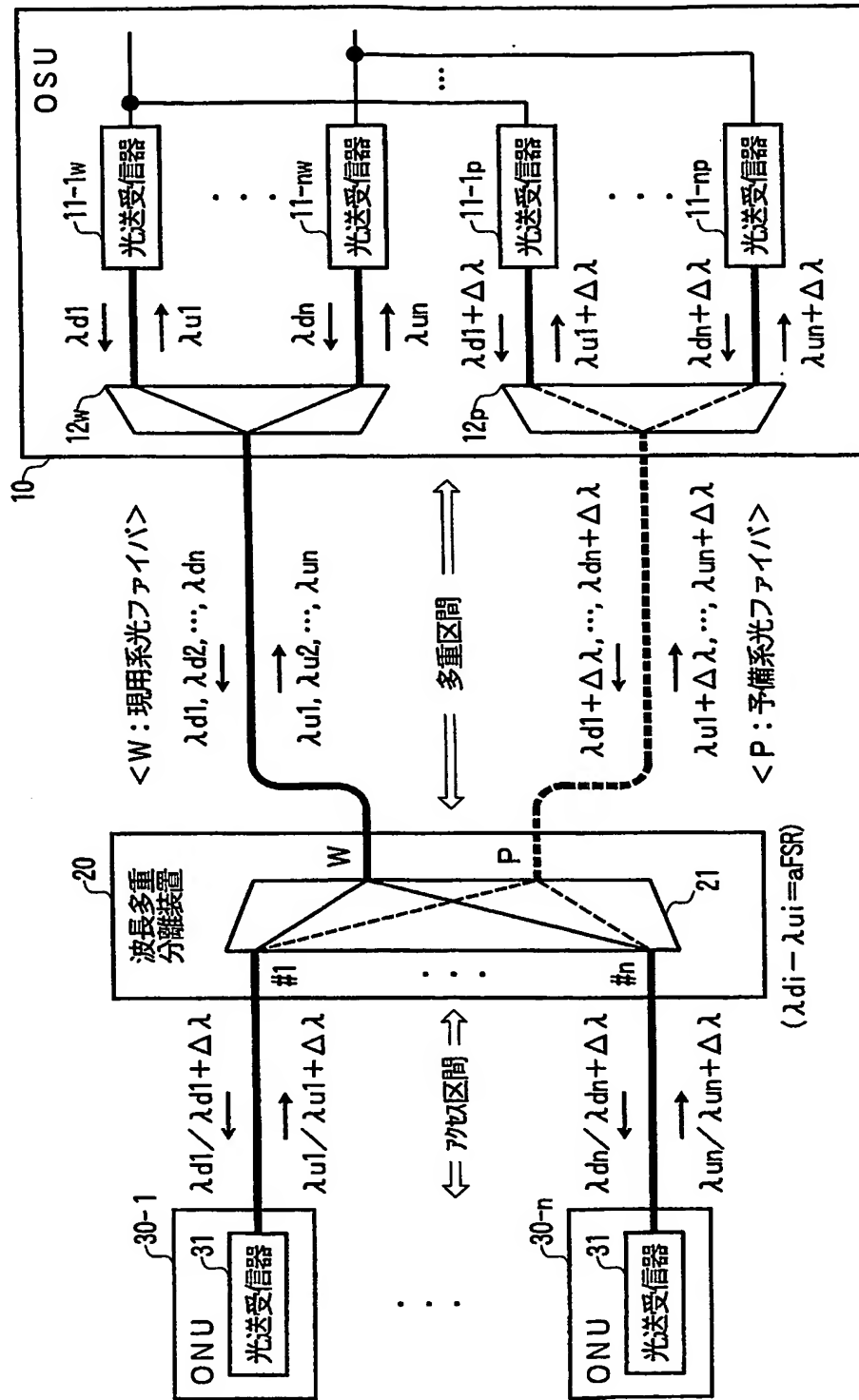
4 4 モニタ装置

【書類名】

図面

【図1】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第1の実施形態



【図2】

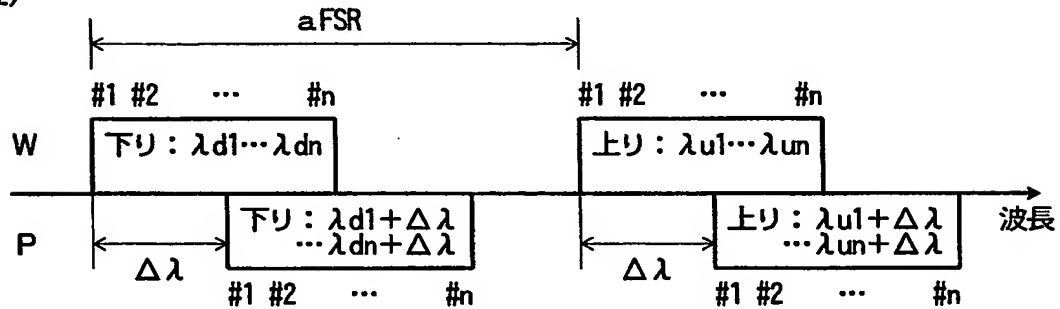
第1の実施形態の波長割当例

(1)

	W	P
ONU30-1 #1	λ_{d1} λ_{u1}	$\lambda_{d1} + \Delta\lambda (+mFSR)$ $\lambda_{u1} + \Delta\lambda (+mFSR)$
ONU30-2 #2	λ_{d2} λ_{u2}	$\lambda_{d2} + \Delta\lambda (+mFSR)$ $\lambda_{u2} + \Delta\lambda (+mFSR)$
⋮	⋮	⋮
ONU30-n-1 #n-1	λ_{dn-1} λ_{un-1}	$\lambda_{dn-1} + \Delta\lambda (+mFSR)$ $\lambda_{un-1} + \Delta\lambda (+mFSR)$
ONU30-n #n	λ_{dn} λ_{un}	$\lambda_{dn} + \Delta\lambda (+mFSR)$ $\lambda_{un} + \Delta\lambda (+mFSR)$

$$\lambda_{di} - \lambda_{ui} = aFSR$$

(2)



【図 3】

第 1 の実施形態の波長割当例

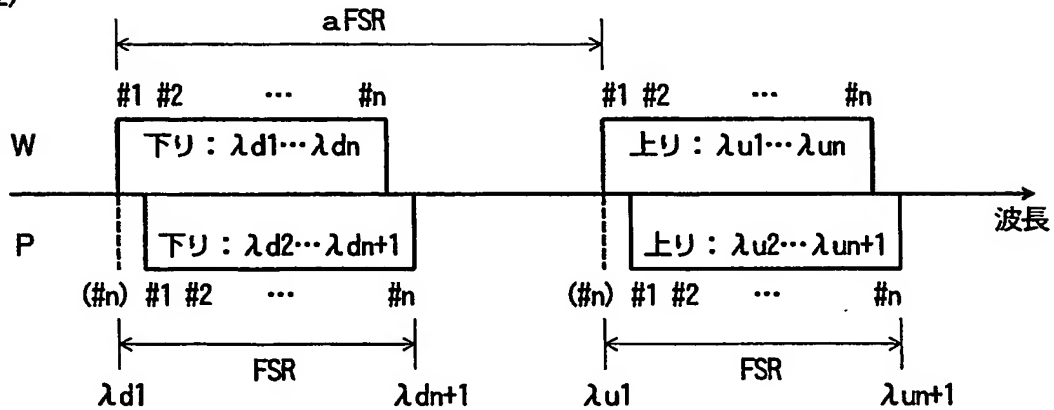
(1)

	W	P
ONU30-1 #1	λ_{d1} λ_{u1}	λ_{d2} λ_{u2}
ONU30-2 #2	λ_{d2} λ_{u2}	λ_{d3} λ_{u3}
\vdots	\vdots	\vdots
ONU30-n-1 #n-1	λ_{dn-1} λ_{un-1}	λ_{dn} λ_{un}
ONU30-n #n	λ_{dn} λ_{un}	$\lambda_{dn+1}(\lambda_{d1})$ $\lambda_{un+1}(\lambda_{u1})$

$$\Delta\lambda = \lambda_{di+1} - \lambda_{di} = \lambda_{ui+1} - \lambda_{ui}$$

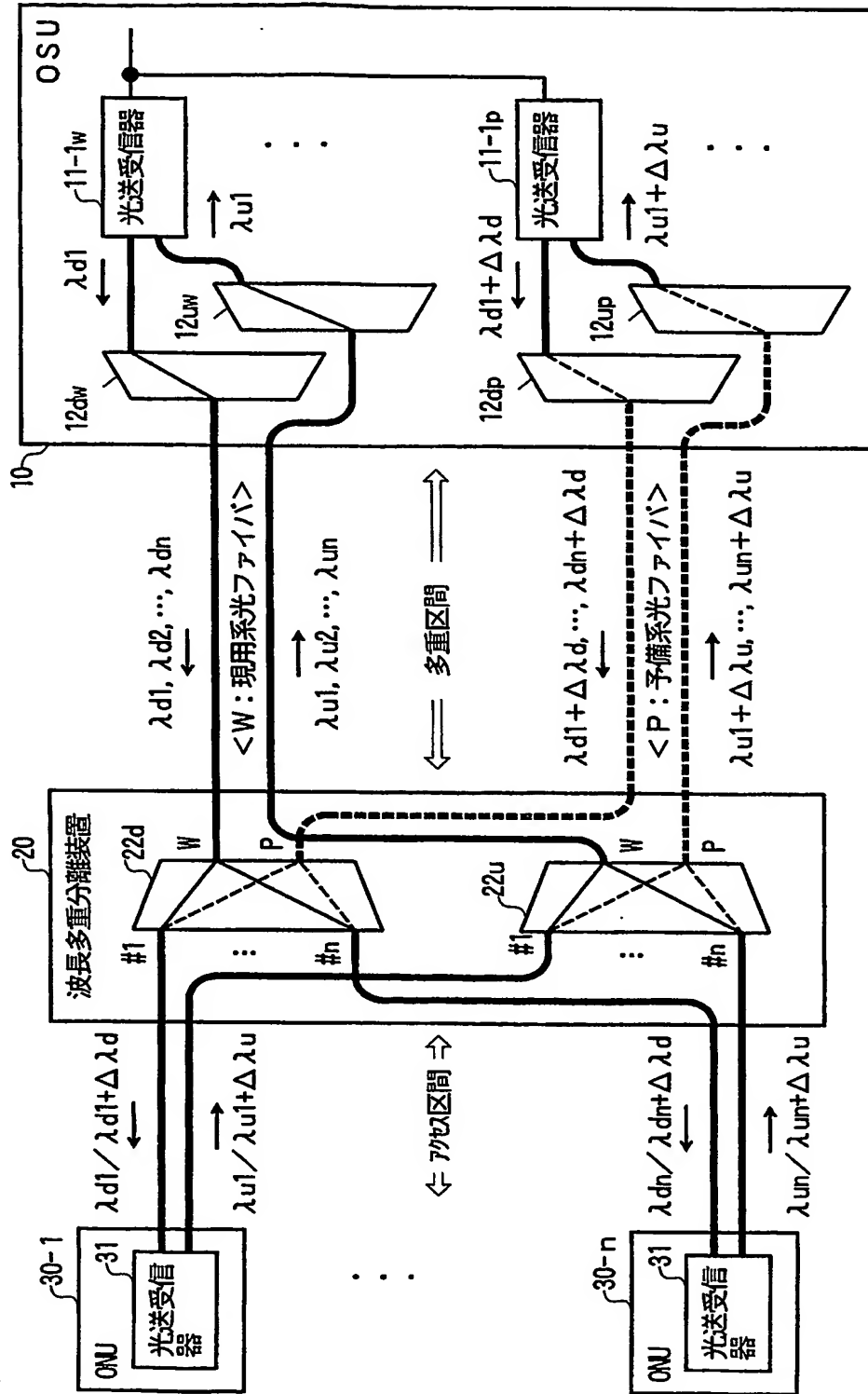
$$(\lambda_{dn+1} = \lambda_{d1} + \text{FSR}, \lambda_{un+1} = \lambda_{u1} + \text{FSR})$$

(2)



【図4】

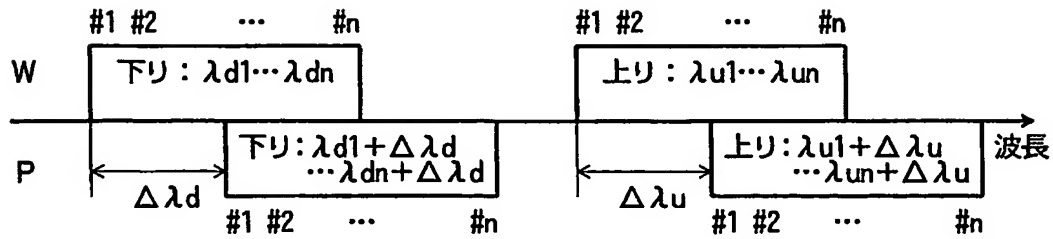
本発明の光波長多重アクセスシステムの第2の実施形態



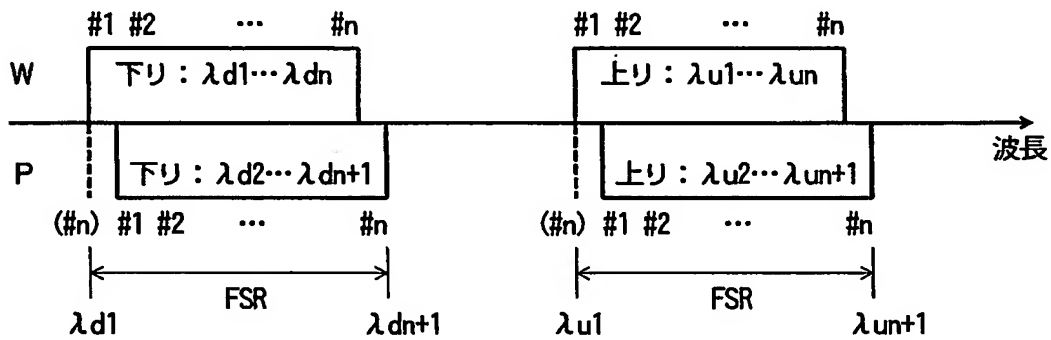
【図 5】

第 2 の実施形態の波長割当例

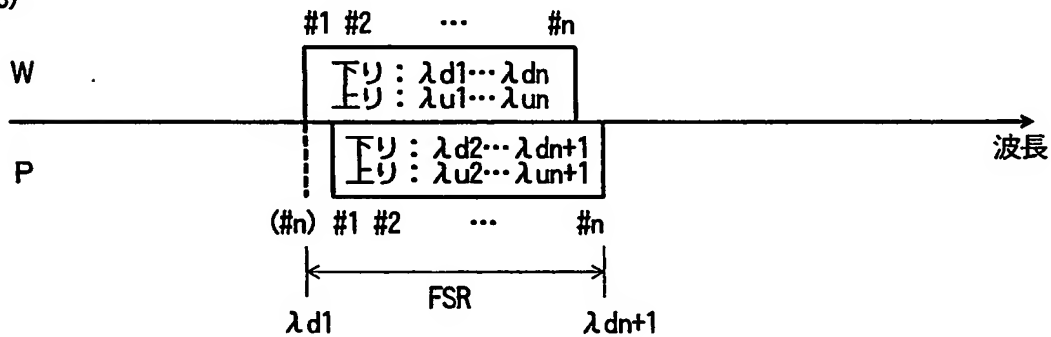
(1)



(2)

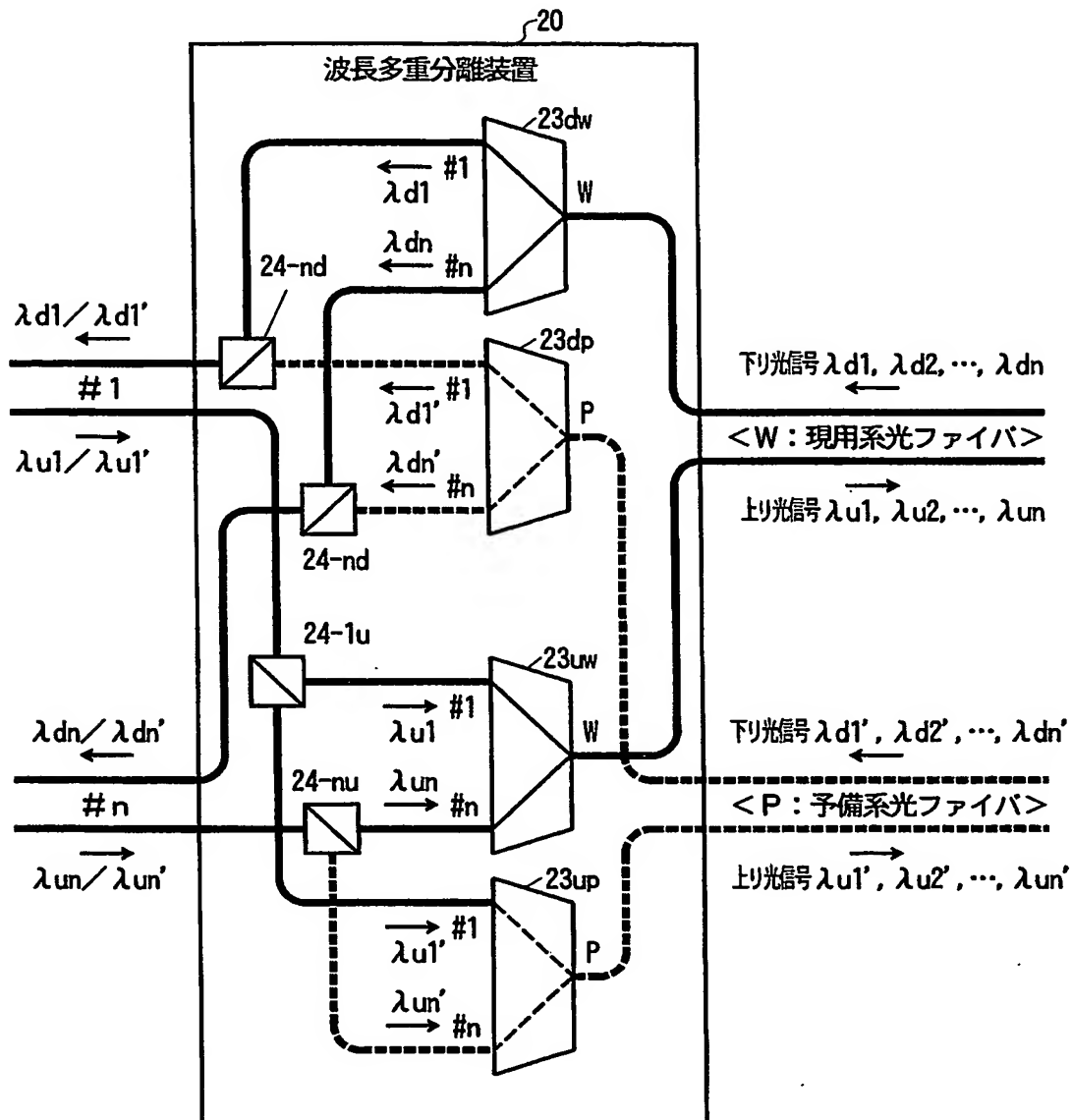


(3)



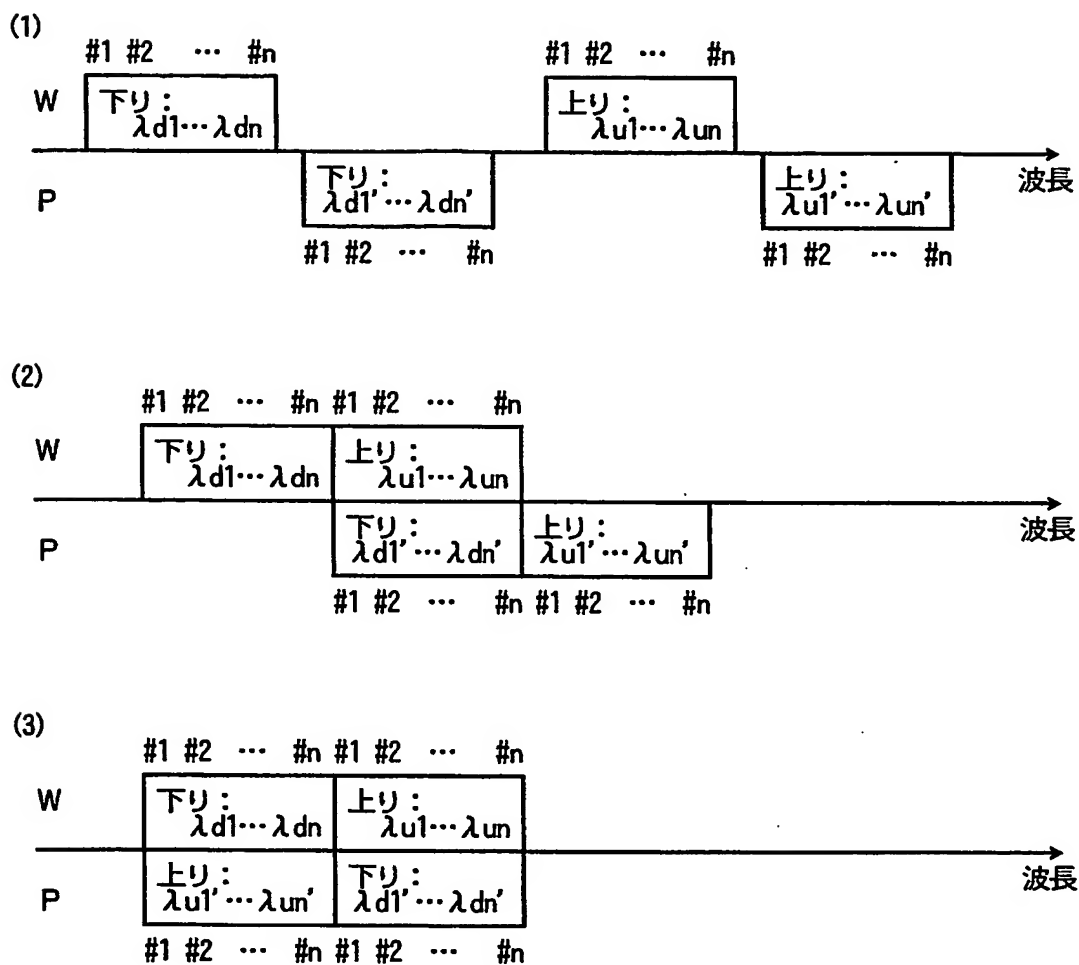
【図 6】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 3 の実施形態



【図 7】

第 3 の実施形態の波長割当例



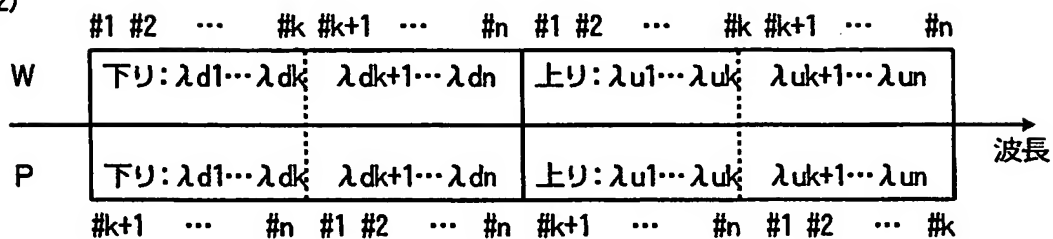
【図 8】

第 4 の実施形態の波長割当例

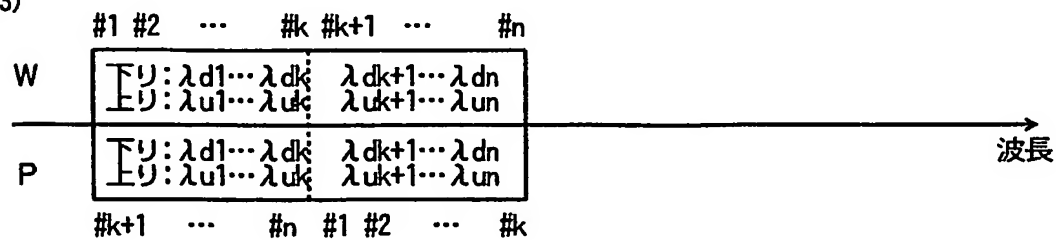
(1)

	W	P
ONU1	λ_{d1} λ_{u1}	λ_{d33} λ_{u33}
ONU2	λ_{d2} λ_{u2}	λ_{d34} λ_{u34}
\vdots	\vdots	\vdots
ONU32	λ_{d32} λ_{u32}	λ_{d64} λ_{u64}
ONU33	λ_{d33} λ_{u33}	λ_{d1} λ_{u1}
ONU34	λ_{d34} λ_{u34}	λ_{d2} λ_{u2}
\vdots	\vdots	\vdots
ONU64	λ_{d64} λ_{u64}	λ_{d32} λ_{u32}

(2)

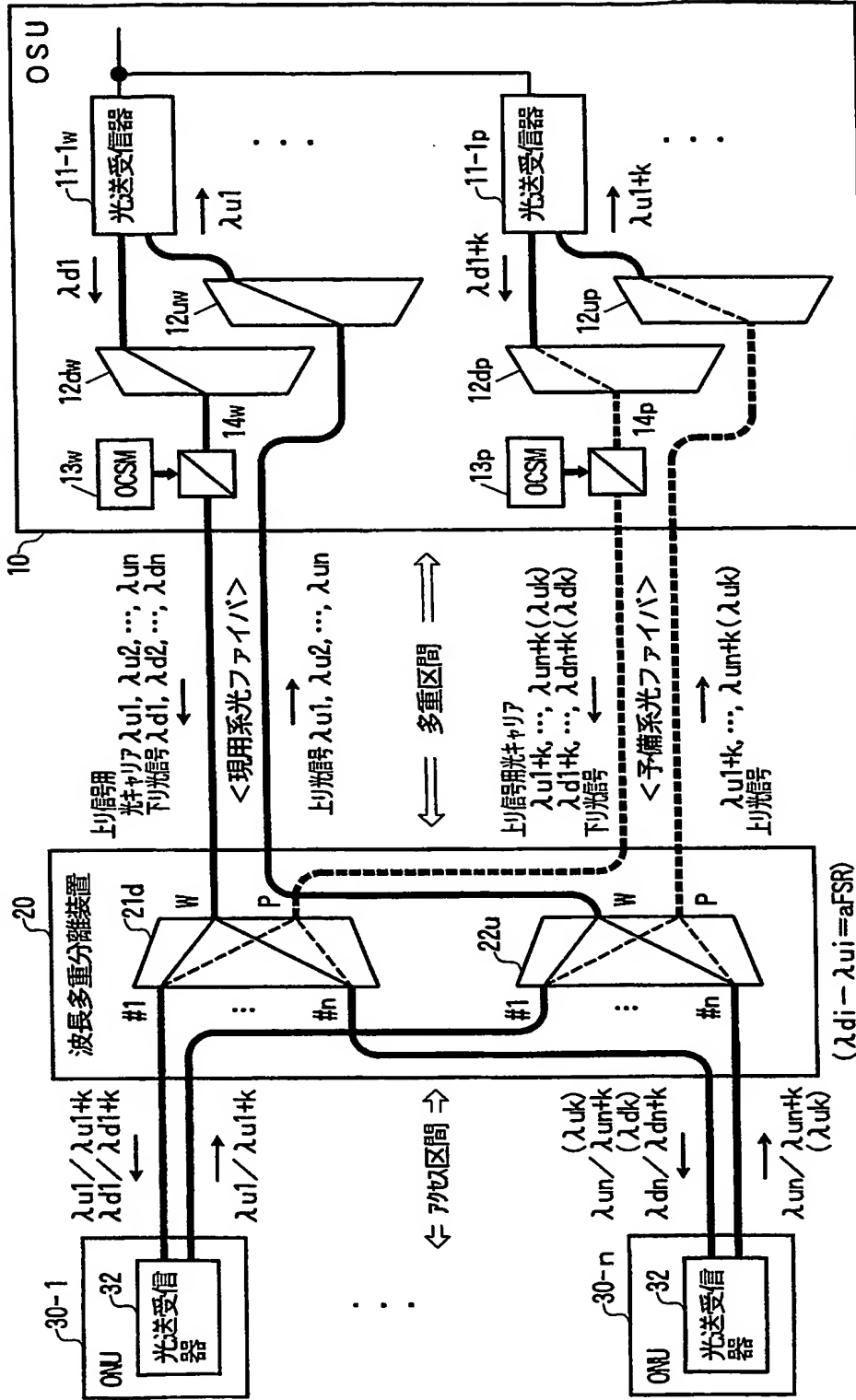


(3)



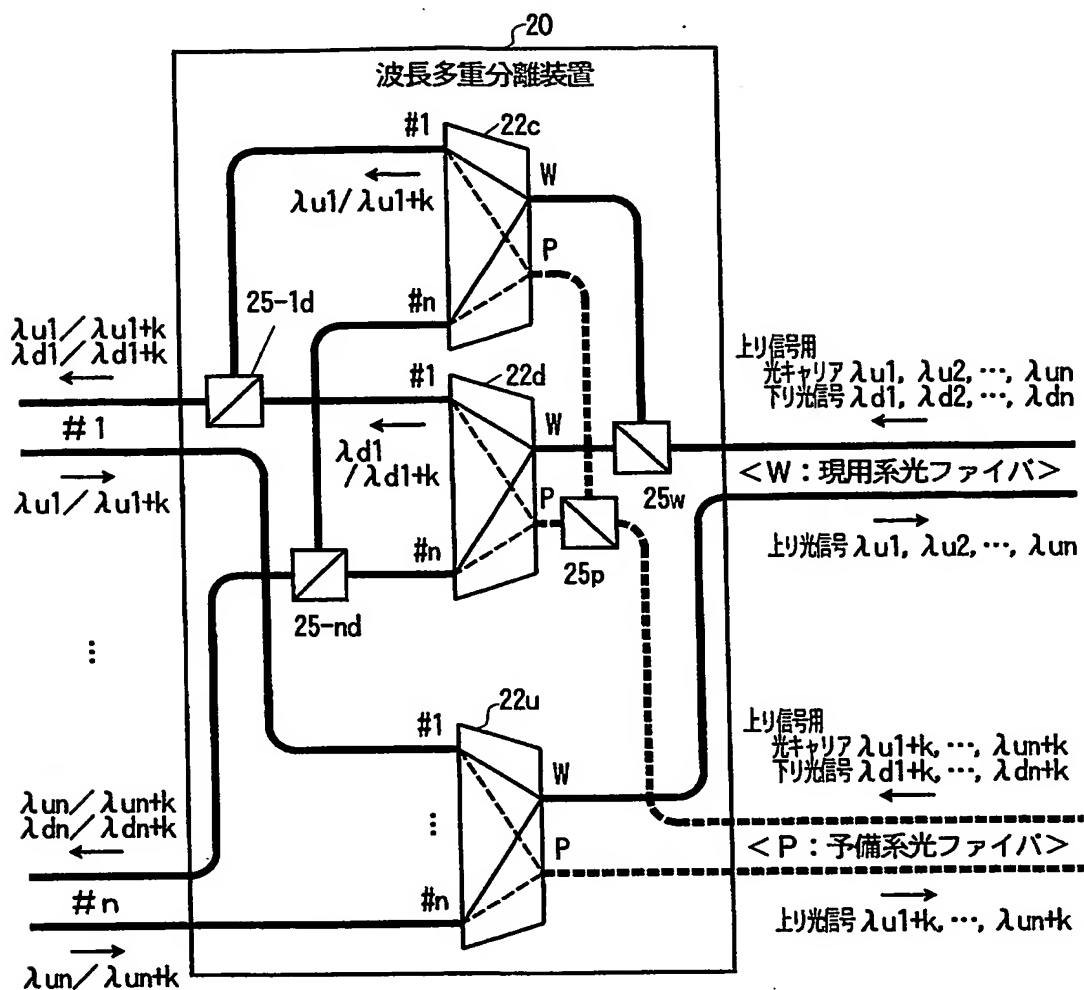
【図 9】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第5の実施形態



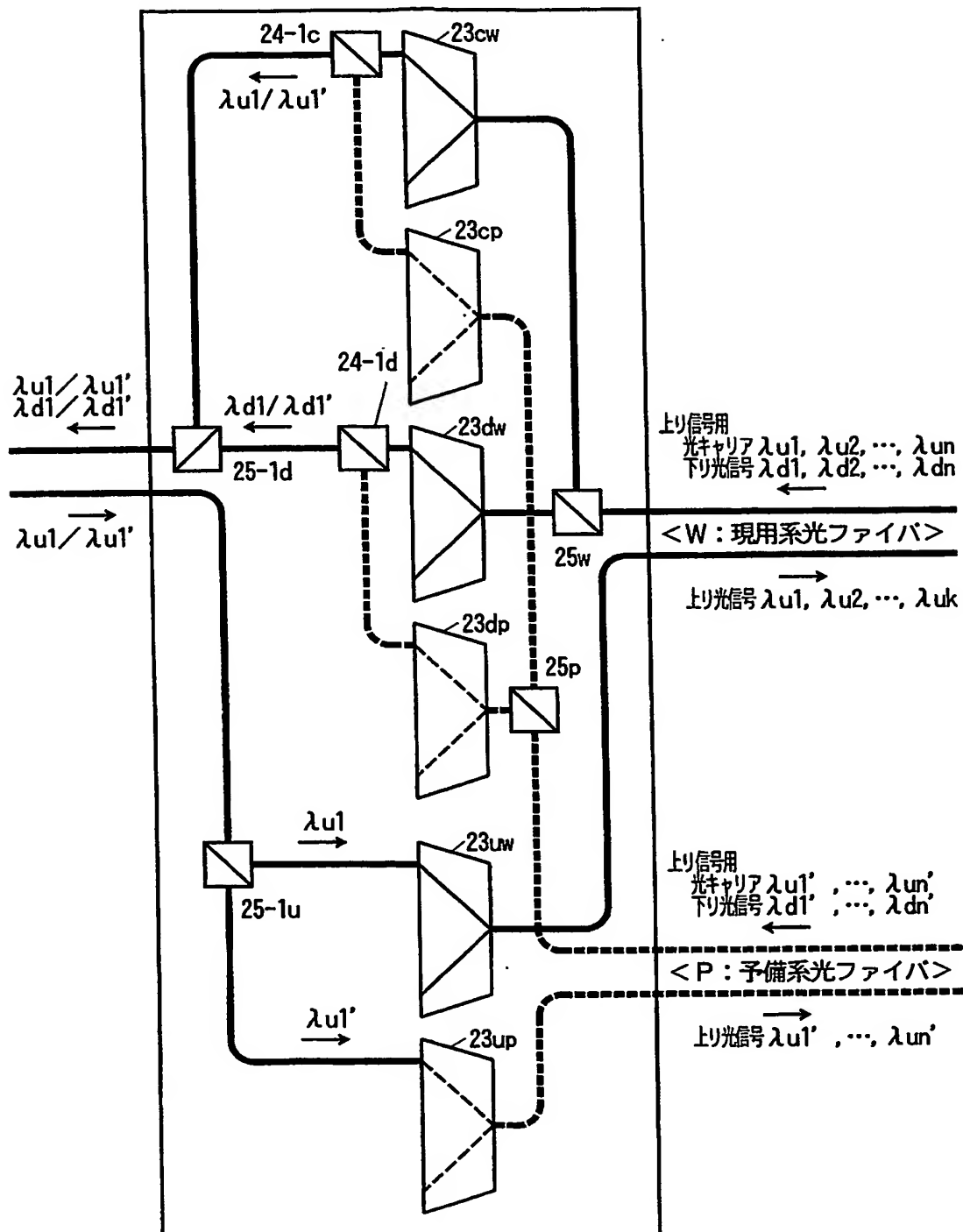
【図10】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第6の実施形態



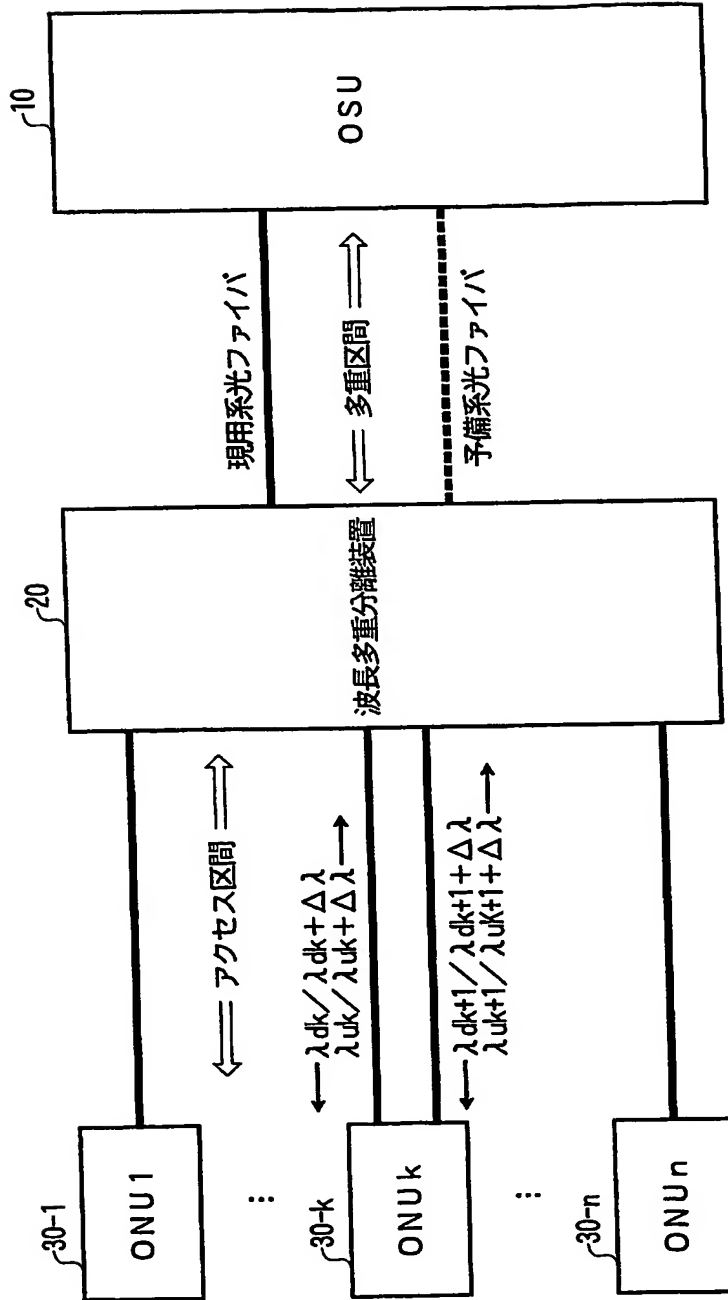
【図 11】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 7 の実施形態



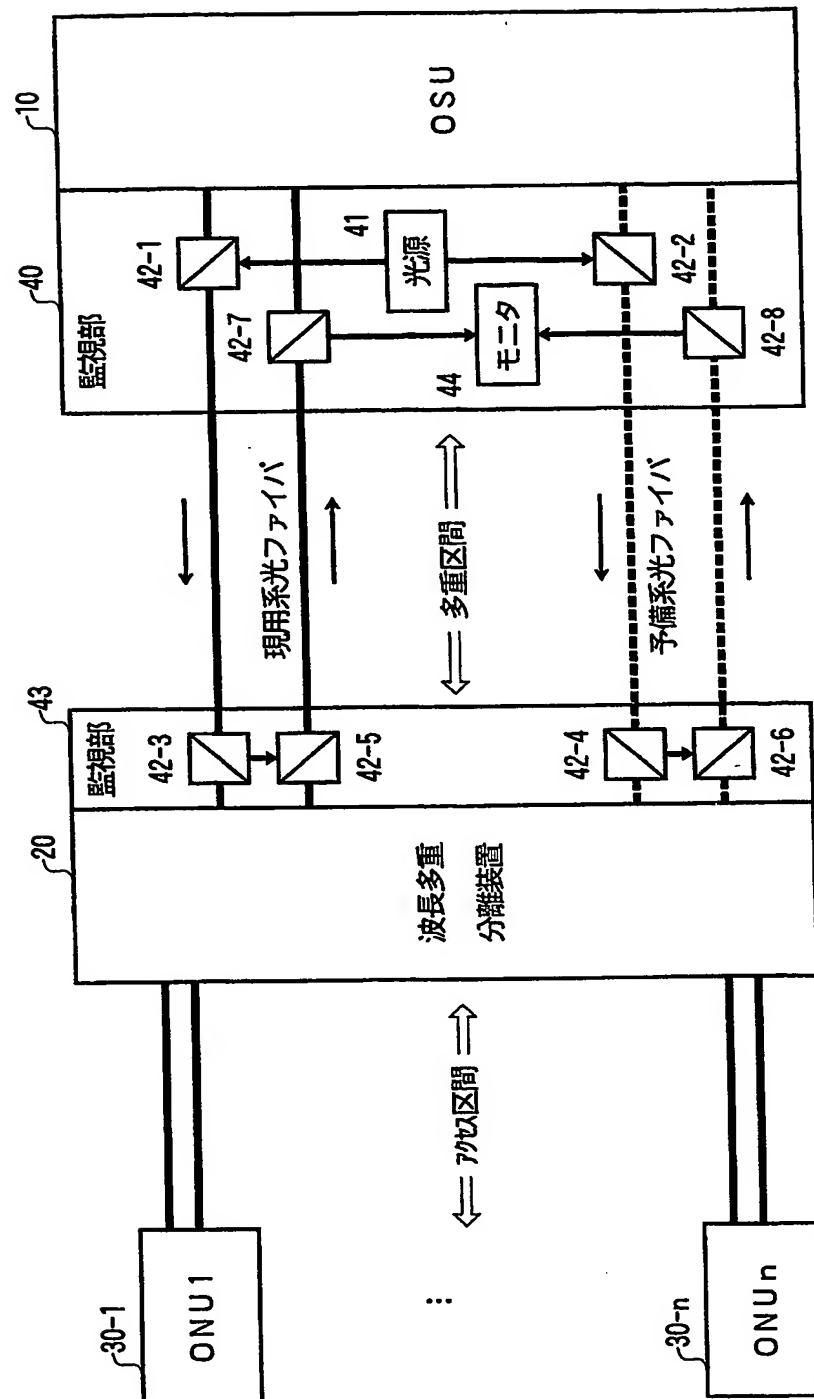
【図 12】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 8 の実施形態



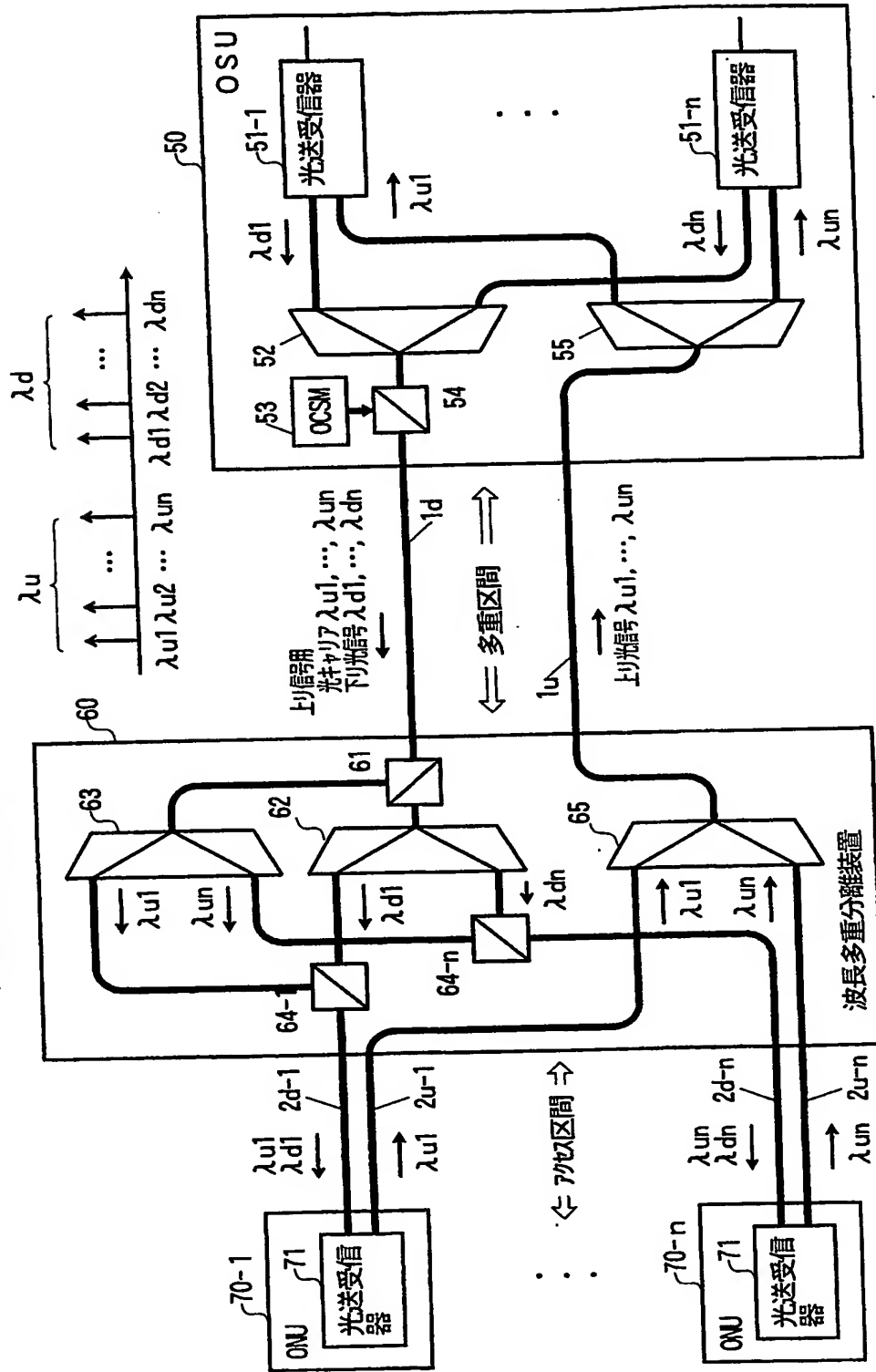
【図 13】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第9の実施形態



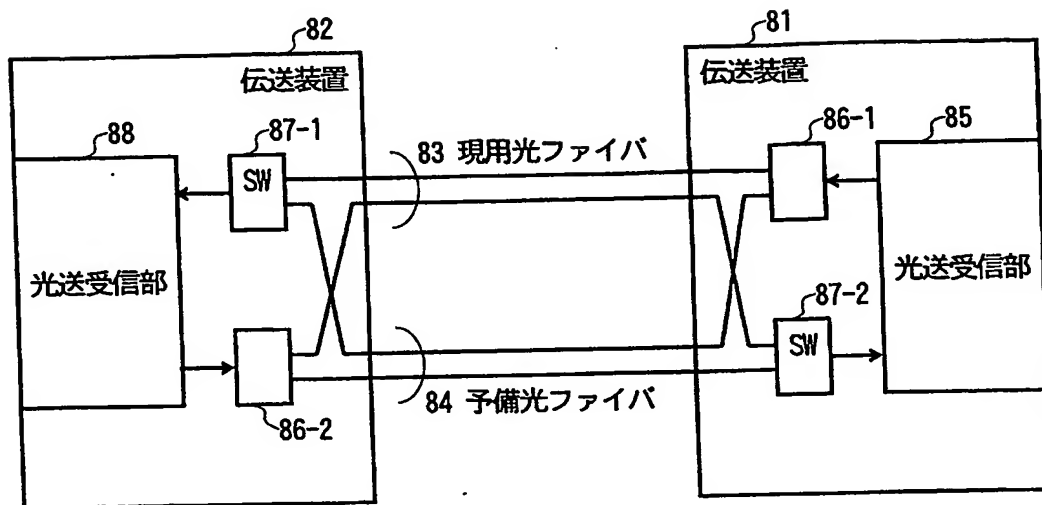
【図 14】

従来の光波長多重アクセスシステムの構成例



【図15】

一般的な二重化システムの構成例



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長多重分離装置に光スイッチ等の動的な機能を追加することなく、
OSUとの間の多重区間の二重化を実現する。

【解決手段】 光波長多重アクセスシステムの波長多重分離装置は、現用系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号または予備系光ファイバから入力する波長 $\lambda_{d1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{dn} + \Delta\lambda$ の下り光信号を各ONUに対応するポートに分波し、各ONUに対応する光ファイバから入力する波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号または波長 $\lambda_{u1} + \Delta\lambda \sim \lambda_{un} + \Delta\lambda$ の上り光信号を現用系光ファイバに対応するポートまたは予備系光ファイバに対応するポートに合波する構成であり、各ONUに対応する下り光信号と上り光信号の波長差がAWGのフリースペクトルレンジ(FSR)の整数倍とする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 1 5 1 5 3 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名

日本電信電話株式会社